

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-293687

(43)Date of publication of application : 11.11.1997

(51)Int.Cl.

H01L 21/268
H01L 21/20
H01L 27/12
H01L 29/786
H01L 21/336

(21)Application number : 08-107360

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 26.04.1996

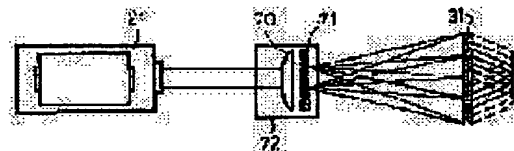
(72)Inventor : INOUE MITSUO
SASAGAWA TOMOHIRO
SAKAMOTO TAKAO
TOKIOKA HIDETADA
YOSHINO TARO
EGUCHI YASUSHI

(54) LASER ANNEALING METHOD OF LOW-TEMPERATURE POLYSILICON THIN FILM TRANSISTOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To realize polycrystalline Si of different mobility by annealing at a time by a method wherein a laser beam is made to form a pattern prescribed in shape on a substrate, the laser beam is relatively moved to the substrate, and all target area which is turned to polysilicon is irradiated with a laser beam.

SOLUTION: A laser beam projected from an excimer laser oscillator 21 is made to form the images of points in a far field at required positions in required phase by a Fourier transform-type phase hologram provided between a lens 70 and a substrate 31, and the intensity distribution of the laser beam is optionally shaped corresponding to the required mobility of a target part which is required to turn to polysilicon. The laser beam is made to form a shaped pattern on the substrate 31, and the laser beam is relatively moved against the substrate 31 to irradiate all target area which is turned to polysilicon. By this setup, polycrystalline Si of various mobility can be obtained at the same time by annealing.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

02.02.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or

application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3429129

[Date of registration] 16.05.2003

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The laser annealing method characterized by providing the following. The plastic surgery step which image formation is carried out with a desired phase in the position of a request of two or more points in the long-sight fields, and are arbitrary configurations, and operates orthopedically the laser beam emitted from excimer laser VCO using a Fourier transform type phase hologram in forming into a polysilicon contest the amorphous silicon film on the substrate which forms TFT by laser radiation, and manufacturing low-temperature polysilicon contest TFT so that it may **** in mobility change of a request of the beam intensity distribution of the polysilicon-ed contest-ized section. The irradiation step which carries out image formation formation of the aforementioned laser beam on a substrate by the predetermined plastic surgery pattern, is made to move this laser beam relatively to the aforementioned substrate, and irradiates the whole region of the aforementioned polysilicon-ed contest-ized section.

[Claim 2] The laser annealing method according to claim 1 that the above-mentioned Fourier transform type phase hologram operates orthopedically the laser beam pattern from which it has

the pattern to which image formation of two or more points in the long-sight fields is carried out, and intensity distribution change to a multi-stage story on the above-mentioned substrate so that intensity distribution may change gradually the laser beam emitted from excimer laser VCO in the direction of relative movement.

[Claim 3] an annealing-ed portion -- from an α -Si:H film -- becoming -- the above-mentioned laser beam -- a line -- the laser annealing method according to claim 2 of combining a beam pattern and a rectangle beam pattern and increasing irradiation intensity distribution gradually in the direction of relative movement

[Claim 4] While it has the portion which the substrate which forms TFT is a liquid crystal panel, and forms a pixel in a center section It is what has the portion which forms a drive circuit in a part for the periphery prolonged in the XY shaft orientations band-like. L configuration which the laser beam which anneals a part for the periphery prolonged in band-like to the above-mentioned XY shaft orientations becomes from the straight-line component to which X shaft orientations extend by the above-mentioned periphery part width of face by the above-mentioned Fourier transform type phase hologram, and the straight-line component prolonged in Y shaft orientations -- or It is orthopedically

operated by/or ** inclination configuration compounded from the X-axis component which crosses the required width of face of the both sides for the periphery prolonged in band-like to the above-mentioned XY shaft orientations, and a Y-axis component. The laser annealing method characterized by carrying out annealing processing of the part for the periphery prolonged in the above-mentioned XY shaft orientations band-like by making it move to the above-mentioned XY shaft orientations, without changing the laser beam angle to the aforementioned substrate.

[Claim 5] While it has the portion which the substrate which forms TFT is a liquid crystal panel, and forms a pixel in a center section It is what has the portion which forms a drive circuit in a part for the periphery prolonged in the XY shaft orientations band-like. It is orthopedically operated by L configuration thin-line beam to which the laser beam which anneals a part for the periphery prolonged in band-like becomes the above-mentioned XY shaft orientations from a straight-line component parallel to the X-axis for the above-mentioned periphery, and a straight-line component parallel to the Y-axis by the above-mentioned Fourier transform type phase hologram. The laser annealing method which performs the scan of this beam in the direction of

slant to the above-mentioned XY shaft, and is characterized by carrying out annealing processing of the part for the periphery prolonged in band-like at the above-mentioned XY shaft orientations.

[Claim 6] The laser annealing method according to claim 4 or 5 that the laser beam which anneals the portion which forms the above-mentioned pixel consists of a spot beam train corresponding to the pixel pitch.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] This invention relates to the laser annealing method which forms into a polysilicon contest the amorphous silicon film of the TFT formed in the circumference drive circuit portion and central pixel portion of the amorphous silicon film with which it was formed on the substrate, for example, a liquid crystal panel, by laser radiation.

[0002]

[Description of the Prior Art] Although the liquid crystal display which makes a switching element TFT using the amorphous silicon as a semiconductor film is put in practical use, in order for pixel size to become small with highly-minute-izing and to make occupancy area of the TFT section small

as much as possible, the development which makes an amorphous silicon the method of replacement at contest polysilicon with a more quick working speed is progressing. Furthermore, it is going to form to the circuit which drives TFT using the TFT which used contest polysilicon, and contest polysilicon is becoming a key material in a liquid crystal display.

[0003] As a means to obtain a polysilicon contest film, the solid phase grown method and the laser annealing method are learned. However, since it is not necessary to carry out annealing of the amorphous silicon layer formed on substrates, such as a glass substrate as shown in drawing 8, since it was difficult to low-temperature-ize an annealing temperature in a solid phase grown method by laser, and for the laser annealing method which carries out melting recrystallization to be proposed, and to heat the whole to an elevated temperature, it is expected as a manufacturing method of the low-temperature polysilicon contest TFT (polysilicon thin film transistor) which can use cheap glass as a substrate. In drawing, it is the portion from which 1 makes Drive IC and 2 makes a pixel, and 3 is an arrow with which the TFT (TFT) formation section and 11 show a laser beam spot, and 12 shows the scanning direction of a laser beam.

[0004] Since a very big laser output was

needed in order to irradiate the amorphous layer whole region at once, the technique of piling up a rectangle beam, irradiating it for every step, conventionally, and carrying out annealing of the whole region was taken. However, since the property of the TFT which crystallinity differs and consists of a portion of superposition and another portion based on this became less uniform, troubles, like nonuniformity arises were shown in the liquid crystal screen.

[0005] Then, the excimer laser annealing technology shown in drawing 5 attracts attention. Here, the optical system which contains beam gay NAIZA for a laser beam is introduced into a through chamber, using XeCl (wavelength of 308nm), KrF (wavelength of 248nm), ArF (wavelength of 193nm), etc. as an excimer laser. The chamber had the pump for controlling in a vacuum or a fixed atmosphere, and the gas system, and a beam scan has that to which the stage on which a substrate is put is moved, the thing to perform by movement of optical system, or the thing which combined both, made what has uniform irradiation intensity the laser beam irradiated by the substrate, and uses the thing of a thin line and the rectangle shape of beam.

[0006] general -- a line -- by the beam homogenizer, although the combination of beam homogenization optical system and a cylindrical lens is used as beam

plastic surgery optical system which makes uniform intensity distribution like a laser beam, in order to expand a part of small laser beam and to pile up greatly with other portions, it is mutual-alike, it interferes, an interference fringe is made, and there is a trouble of not becoming uniform intensity distribution. Moreover, it is also very difficult to make arbitrary intensity distributions other than uniform intensity distribution.

[0007] Furthermore, an excimer laser is the electric discharge excitation laser of a short pulse, and since oscillation MORT is not fully formed within the instability of electric discharge, and a resonator, the center of gravity of the beam profile for every pulse or a beam is unstable. Furthermore, also in the long run, the center of gravity of a beam profile or a beam changes with consumption of a discharge electrode etc. Therefore, in a beam homogenizer, when the center of gravity of a beam shifts, there is a trouble of it becoming impossible to divide from a center. Moreover, unless it becomes a beam profile as a design, even if you make it pile each other up, it does not become uniform intensity distribution.

[0008] thus, excimer laser annealing technology -- setting -- the conventional beam homogenization optical system -- a short pulse laser -- receiving -- intensity distribution uniform to stability -- it cannot build -- a stable line -- since it was difficult to realize a beam, stable

annealing was difficult

[0009] In order to cancel such a trouble, what possesses a Fourier transform type phase hologram type hologram as an important element with which laser annealing equipment constitutes beam plastic surgery optical system is proposed. [0010]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, since mobility changes depending on a shots per hour as mobility changes depending on an energy density as a TFT property is shown in drawing 6, and shown in drawing 7 1) in the drive IC of the portion which makes a drive circuit Mobility higher than the TFT (TFT) formation section 3 of the portion 2 which makes a pixel Eye a required hatchet, While irradiating an excimer laser with a high energy density, an excimer laser with a comparatively low energy density is irradiated at the TFT formation section of the portion which makes a pixel, and it is necessary to choose irradiation energy and to irradiate it according to required mobility. Moreover, if the laser of a high energy density is suddenly irradiated since a lot of hydrogen is contained, when the 2 drive IC section is formed by plasma CVD / α -Si:H film, since hydrogen will bump and a film will be destroyed, after irradiating low energy and driving out hydrogen at first than melting energy, it is necessary to scan in two stages so that melting solidification may be carried out.

Furthermore, in order for irradiation intensity to use as a thin-line beam with homogeneity and a square shape substrate parallel to any one side the laser beam irradiated by the substrate since it is located the surface of a liquid crystal panel, and the side side and for the 3 drive IC section to perform annealing, after it anneals the drive IC of one side, it needs to rotate a thin-line beam or a substrate 90 degrees, and needs to anneal the drive IC of the other sides.

[0011] Then, the 1st purpose of this invention aims at offering the laser annealing method for the ability annealing to the polycrystal Si of the mobility which changes simultaneously with excimer laser beams. The 2nd purpose of this invention uses the excimer laser of the beam intensity of a multi-stage story, and is to offer the laser annealing method for the ability to perform multi-stage story annealing with the need of carrying out by the scan of multiple times, by one excimer laser irradiation. The 3rd purpose of this invention is to offer the method of carrying out laser annealing of the drive IC portion over the 2-way of a liquid crystal panel, without rotating a thin-line beam or a substrate 90 degrees.

[0012]

[Means for Solving the Problem] In forming into a polysilicon contest the amorphous silicon film on the substrate

which forms TFT by laser radiation, and manufacturing low-temperature polysilicon contest TFT, in order that this invention may attain the 1st purpose of the above Image formation of the laser beam emitted from excimer laser VCO is carried out with a desired phase in the position of a request of two or more points in the hyperopia fields using a Fourier transform type phase hologram. in arbitrary configurations And the plastic surgery step orthopedically operated so that it may **** in mobility change of a request of the beam intensity distribution of the polysilicon-ed contest-ized section, Image formation formation of the aforementioned laser beam is carried out on a substrate by the predetermined plastic surgery pattern, this laser beam is relatively moved to the aforementioned substrate, and it is in the laser annealing method characterized by including the irradiation step which irradiates the whole region of the aforementioned polysilicon-ed contest-ized section.

[0013] Although the above-mentioned Fourier transform type phase hologram can make the laser beam which carries out incidence through a lens able to diffract, it can be designed so that image formation formation of the spectrum according to the desired irradiation pattern can be carried out and is explained in detail below as shown in drawing 9 For example, when changing intensity distribution gradually in the

direction of relative movement, the laser beam emitted from excimer laser VCO. The 2nd purpose of the above can be attained by using the Fourier transform type phase hologram which has the pattern which carries out image formation of two or more points in the long-sight fields with respectively arbitrary phases on two or more parallel straight lines mutually.

[0014] moreover, L configuration which consists the laser beam which anneals a part for the periphery prolonged in band-like to the above-mentioned XY shaft orientations of a straight-line component to which X shaft orientations extend by the above-mentioned periphery part width of face by the above-mentioned Fourier transform type phase hologram, and a straight-line component prolonged in Y shaft orientations -- or By operating orthopedically in/or ** inclination configuration compounded from the X-axis component which crosses the required width of face of the both sides for the periphery prolonged in band-like to the above-mentioned XY shaft orientations, and a Y-axis component. Without changing the laser beam angle to the aforementioned substrate, by making it move to the above-mentioned XY shaft orientations, annealing processing of the part for the periphery prolonged in the above-mentioned XY shaft orientations band-like can be carried out, and the 3rd

purpose of this invention can be attained.

[0015] The laser beam which anneals a part for the periphery prolonged in band-like to the above-mentioned XY shaft orientations can carry out annealing processing of the part for the periphery prolonged in the above-mentioned XY shaft orientations band-like by also being able to operate orthopedically with L configuration thin-line beam which consists of a straight-line component parallel to the X-axis for the above-mentioned periphery, and a straight-line component parallel to the Y-axis, and performing the scan of this beam in the direction of slant to the above-mentioned XY shaft in this case by the above-mentioned Fourier transform type phase hologram.

[0016] For annealing the portion which forms the pixel of a liquid crystal panel, a laser beam can be orthopedically operated in the spot beam train corresponding to the pixel pitch by the above-mentioned Fourier transform type phase hologram.

[0017] According to a situation, selection use of the mode enumerated below as a laser beam irradiation equipment can be carried out.

[0018]

[Embodiments of the Invention]

Form 1 drawing 1 of operation As shown in drawing 1 , while it has the portion 2 which forms a pixel in a center section, a substrate is the LCD liquid crystal panel

which is 12 inches, and it has the portion 1 which forms a drive circuit in a part for the periphery prolonged in the XY shaft orientations band-like, and the source drive circuit section 1A and gate drive circuit 1B are formed by plasma CVD / α -Si:H film, in order to obtain high mobility. In this case, as for the laser beam which irradiates a part for the periphery which has the above-mentioned drive circuit, it is desirable to increase intensity distribution gradually in the direction of relative movement. then -- as the laser beam for dehydrogenation PURIANIRU -- the line of 200 mJ/cm² and 230 mJ/cm² -- the line of 200 mJ/cm² (irradiation intensity for low mobility) which irradiate a pixel portion succeeding 200 mJ/cm² of dehydrogenation PURIANIRU while arranging a beam forward and backward, combining the rectangle beam for crystallization annealing of 260 mJ/cm² (irradiation intensity for high mobility) and carrying out image formation formation -- image formation formation of the beam is carried out

[0019] If the laser beam of the above-mentioned pattern is used, an amorphous silicon portion will be emitted without the hydrogen in an amorphous film bumping, since the laser of the energy density which increases gradually is continuously irradiated by one scan, although a lot of hydrogen is contained, and dehydrogenation will be performed.

Subsequently, if the rectangle laser beam for crystallization annealing is irradiated by the amorphous film, melting solidification will be carried out and it will come to form a polysilicon contest. on the other hand, a pixel portion -- the scan of the formation of a polysilicon contest for the above-mentioned periphery, simultaneously the line of 200 mJ/cm² (irradiation intensity for low mobility) -- a beam is irradiated and polysilicon contest-ization is performed

[0020] Therefore, since image formation formation of two or more the uniform thin lines and rectangle beams from which irradiation intensity differed from one laser oscillation machine can be carried out simultaneously according to the gestalt of this operation, laser annealing down stream processing currently performed at the process of multiple times can carry out by one scanning. moreover, a drive circuit -- by forming not the uniform beam of uniform intensity but the field of strong irradiation intensity, and the field of weak irradiation intensity, and operating the beam of uniform intensity orthopedically in each field, it can have a drive circuit and a pixel by each optimal intensity and annealing processing can be carried out by one scanning to irradiate good ***** by the different irradiation intensity

[0021] It is the 12 inches LCD liquid crystal panel as drawing 1 with the same gestalt 2 drawing 2 of operation, and as

shown in drawing 8 , while it has the portion 2 which forms a pixel in a center section, it has the portion 1 which forms a drive circuit in a part for the periphery prolonged in the XY shaft orientations band-like, and the source drive circuit section 1A and gate drive circuit 1B are formed. The laser beam which anneals a part for the periphery prolonged in band-like to the above-mentioned XY shaft orientations has ** inclination configuration 11A compounded from the X-axis component which crosses the required width of face of the both sides for the periphery prolonged in band-like to the above-mentioned XY shaft orientations, and a Y-axis component. When the direction of each side of a substrate is made into XY shaft orientations, as for the angle of inclination and its length, it is good to make it become for it to be longer than the length of X shaft orientations of the drive circuit which makes Y shaft orientations a longitudinal direction for the length of X shaft-orientations component of a thin-line beam, and longer than the length of Y shaft orientations of the drive circuit which makes X shaft orientations a longitudinal direction for the length of Y shaft-orientations component of a thin-line beam. This shape of beam may be L configuration 11B which consists of a straight-line component to which X shaft orientations extend by the

above-mentioned periphery part width of face, and a straight-line component prolonged in Y shaft orientations, as shown in drawing 7 . When the direction of each side of a substrate is made into X and Y shaft orientations also in this case, it is good to make it become for it to be longer than the length of X shaft orientations of the drive circuit which makes Y shaft orientations a longitudinal direction for the length of X shaft-orientations component of a L character type beam, and longer than the length of Y shaft orientations of the drive circuit which makes X shaft orientations a longitudinal direction for the length of Y shaft-orientations component of a beam. [0022] Annealing processing of the part for the periphery prolonged in the above-mentioned XY shaft orientations band-like can be carried out by making it move to Above X and Y shaft orientations, without changing the laser beam angle to the aforementioned substrate in the case of drawing 2 and drawing 3 .

[0023] As the laser beam which anneals the portion which forms the above-mentioned pixel shows drawing 2 , it consists of a spot beam train corresponding to the pixel pitch. the portion in which one spot beam forms TFT in one pixel -- and a spot beam train is formed so that all TFT for pixels on a par with at least 1 train may be put in block and can be irradiated Thereby, compared with a uniform beam, the

whole pixel section can be annealed with few energy (it becomes discontinuous by spot-ization).

[0024] The laser beam which anneals a part for the periphery prolonged in band-like to the above-mentioned XY shaft orientations is L configuration thin-line beam which consists of a straight-line component parallel to the X-axis for the above-mentioned periphery, and a straight-line component [**** / a Y-axis], and drawing 4 performs the scan of this beam in the direction of slant to the above-mentioned XY shaft, and carries out annealing processing of the part for the periphery prolonged in the above-mentioned XY shaft orientations band-like. When a thin-line beam has two thin-line components parallel each side of a substrate and each length makes the direction of substrate each side XY shaft orientations, It is good to make it become for it to be longer than the length of Y shaft orientations of the drive circuit which makes Y shaft orientations a longitudinal direction for the length of X shaft-orientations component of a L character type beam, and longer than the length of X shaft orientations of the drive circuit which makes X shaft orientations a longitudinal direction for the length of Y shaft-orientations component of a beam. Since the drive circuit of the pixel circumference can be annealed with one L character type beam, it becomes unnecessary to rotate a conventional

beam and a conventional substrate according to this method. In addition, as a laser beam gestalt, arbitrary configurations, such as a cross, can be orthopedically operated besides a described [above] L character type and a slanting form.

[0025] According to this invention, since various configurations and the laser beam of intensity distribution can be orthopedically operated by the Fourier transformation type phase hologram, a suitable annealing pattern can be performed. For example, since multi-stage story on-the-strength simultaneous irradiation annealing becomes possible, the number of times of scanning can be reduced, annealing time is shortened, and a throughput improves. Moreover, since it can anneal by the irradiation intensity suitable for the drive circuit and the pixel, improvement in the performance of each portion and variation can be reduced. Without being able to fabricate a L character type or a slanting beam, and rotating a beam and a substrate, since slanting scan annealing is possible, the drive circuit of the pixel circumference can be annealed and a throughput improves. Moreover, since the stage mechanism for rotation becomes unnecessary, the reliability of equipment increases. Since SUPPOTO beam irradiation annealing is possible, latus area can be annealed with the laser oscillation vessel of low-power output, a

throughput improves and the reliability of an annealer increases.

[Example]

[0026] The principle and equipment which are shown in the following examples show the example of the laser annealing equipment containing the Fourier transform type phase hologram and it which are used in the gestalt of the above-mentioned implementation.

[0027] Example 1 drawing 10 is the block diagram showing the composition of the equipment which realizes the laser annealing method by other examples of this invention, and it is the beam plastic surgery optical system [lens] with which 70 is constituted and a Fourier transform type phase hologram (it abbreviates to a hologram below) and 72 consist of a lens 70 and a hologram 71 for 71. namely, the line which has laser intensity distribution with a lens 70 and a hologram 71 uniform to a longitudinal direction on the annealing processing object 31 -- the beam plastic surgery optical system 72 for obtaining a laser beam is constituted

[0028] Next, operation is explained. The laser beam emitted from the laser oscillation machine 21 passes along the beam plastic surgery optical system 72 which consists of a lens 70 and a hologram 71. Under the present circumstances, although a laser beam is irradiated on a substrate 31 with a lens 70, as shown in drawing 11 , a space

modulation is carried out so that it may have the irradiation spot which many which were located in a line on the straight line overlapped on a substrate 31 by the hologram 71 prepared between the lens 70 and the substrate 31. A hologram 71 can arrange each irradiation spot by arbitrary intensity in the arbitrary positions on a substrate 31. For example, if it adjusts so that each irradiation spots may overlap, as shown in drawing 12 (b) using the hologram 71 to which an irradiation spot is located in a line on a straight line as shown in drawing 12 (a), the beam which has uniform laser radiation intensity distribution in a longitudinal direction on a substrate 31 can be obtained, and stable laser annealing can be performed.

[0029] Drawing 13 is the principle view showing lap ***** of two or more spots generated by the hologram 71, in order to obtain uniform intensity distribution, the irradiation spot superimposed as shown in drawing 13 is arranged at an interval smaller than the half-value width of each irradiation spot, and a part must pile up each other. Since its number of the irradiation spots piled up on the same point increases so that it is narrow, the distance, i.e., the superposition interval, between the centers of an adjacent irradiation spot, intensity-distribution homogeneity becomes high. However, if it piles up at an interval narrower than the spatial coherence length of a laser beam,

since homogeneity may become bad on the contrary by the interference fringe, a superposition interval is not that what is necessary is just narrow.

[0030] As a hologram 71, the designed pattern, i.e., the luminous energy diffracted to two or more irradiation spots located in a line on a straight line, comes out comparatively, and efficiency for light utilization is raised using the high phase hologram of a certain diffraction efficiency. It can use now for annealing processing with several 10% of actual energy of a laser output by this.

[0031] Next, the method of the space modulation of the laser beam by the hologram 71 is explained. For example, as shown in reference A.E.Siegman "LASERS", the diffraction figure of the light spread through the optical system expressed with an ABCD beam-of-light matrix is calculable as follows.

[0032]

[Equation 1]

$$g(x_2) = \sqrt{\frac{i}{B\lambda}} e^{-ikL_0} \int u(x_1) e^{-i\frac{\pi}{B\lambda} [Ax_1^2 - 2x_1x_2 + Dx_2^2]} dx_1$$

A diffraction figure is as follows when the modulation board from which a phase changes to this input image $u(x_1)$ by spatial frequency a is piled up.

[0033]

[Equation 2]

$$\begin{aligned} g'(x_2) &= \sqrt{\frac{i}{B\lambda}} e^{-ikL_0} \int u(x_1) e^{-i(2\pi ax_1 + \phi)} e^{-i\frac{\pi}{B\lambda} [Ax_1^2 - 2x_1x_2 + Dx_2^2]} dx_1 \\ &= \sqrt{\frac{i}{B\lambda}} e^{-ikL_0} \int u(x_1) e^{-i\phi} e^{-i\frac{\pi}{B\lambda} [Ax_1^2 - 2x_1x_2 + Dx_2^2 - 2B\lambda ax_1]} dx_1 \\ &= e^{iDB\lambda a^2} \cdot e^{-i(2\pi Dax_2 + \phi)} \cdot \sqrt{\frac{i}{B\lambda}} e^{-ikL_0} \int u(x_1) e^{-i\frac{\pi}{B\lambda} [Ax_1^2 - 2x_1(x_2 - B\lambda a) + D(x_2 - B\lambda a)^2]} dx_1 \\ &= e^{iDB\lambda a^2} \cdot e^{-i(2\pi Dax_2 + \phi)} \cdot g(x_2 - B\lambda a) \end{aligned}$$

Only Blambdaa moves $g(x_2)$ which is a diffraction figure when $g(x_2 - B\lambda a)$ of the right-hand side is not inserting the modulation board. The term of others of the right-hand side is a term to which only a phase is changed. If a modulation board with the input image $u(x_1)$ spatial frequency a is piled up, an image will appear in the position shifted $B\lambda a$, and if the modulation board with which the components of spatial frequency a_1 and spatial frequency a_2 overlapped by equal intensity is piled up, two images will appear in $B\lambda a_1$ and the position shifted $B\lambda a_2$. If the phase hologram as a modulation board with the phase distribution which piled up some spatial-frequency components and was able to do them from this is inserted in optical system, some images can be made in the position equivalent to each spatial frequency. If the distance of an image and an image is detached to the grade which becomes incoherent mutually, since any value will not interfere in the phase of an image, either By inserting such a hologram 71 in condensing optical system

with a lens 70, as shown in drawing 2. The arbitrary irradiation intensity distributions suitable for annealing can be made by forming two or more irradiation spots located in a line on the straight line on a substrate 31, and arranging those irradiation spots so that it may overlap mutually.

[0034] The phase distribution pattern of a hologram 71 piles up the spatial frequency equivalent to the position of each of each irradiation spot, i.e., an imprint pattern, and is determined. The phase distribution pattern of a hologram 71 can also be determined by calculating by the computer. A hologram 71 can also quantize and manufacture a smooth phase distribution in some stages. In this example, the hologram 71 shall have piled up various spatial frequency by arbitrary initial phases. In such a hologram 71, even when quantizing a phase, it can optimize so that a quantization error may become the minimum by making the initial phase to pile up into a parameter, and patterning of high diffraction efficiency and the hologram 71 of a low noise can be carried out.

[0035] Drawing 14 (a) expands and shows the phase distribution pattern in a part of hologram 71 divided into two or more cells which quantized the phase in two stages of 0 times and 180 degrees, and was computed by the computer, drawing 14 is drawing for explaining the

patterning method of the hologram 71 of the phase hologram form by this example, and 75 is [74 is the zero phase section and] the 180 phases section. Moreover, drawing 14 (b) shows the whole phase distribution pattern of a hologram 71. Thus, the whole hologram is divided into many cells and patterning is carried out by the method of optimizing a quantization error so that it may become the minimum, and deciding the phase, by making into a parameter the initial phase quantized and laid on top of two stages in each cell. The material which can be used is restricted when manufacturing the hologram for laser. However, if a phase is quantized like this example and a computer determines a pattern, actual manufacture is comparatively easy even if it is a limited material.

[0036] Drawing 15 is drawing for explaining the manufacture method of a hologram 71, and, as for 711, a phase shift film and 712 are substrates, such as synthetic quartz [section / refractive-index change] in which the phase shift section and 713 were formed in and, as for 714, the phase shift film 711, the phase shift section 712, or the refractive-index change section 713 was formed. Although how to attach the phase shift film 711 to a substrate 714, and make a phase distribution is shown and, as for such a phase hologram, the amount of phase shifts is decided by thickness of

the phase shift film 711, since control of film pressure is comparatively easy drawing 15 (a), a phase error is small. Since the interface between a low phase shift film and a substrate does not have comparatively light-proof intensity as *****ed the substrates 714, such as synthetic quartz, shown how to form the phase shift section 712 by the etching slot, and make a phase distribution and shown in drawing 6 (a), drawing 15 (b) can raise the light-proof intensity of a hologram. Since how to form the phase shift section and make a phase distribution by making the refractive-index change section 713 to the substrates 714, such as synthetic quartz, is shown and an interface is too lost also by this method, drawing 15 (c) can raise the light-proof intensity of a hologram.

[0037] Since according to the laser annealing equipment by this example the fault of beam homogenizer optical system can be conquered and laser radiation of the annealing processing object can be carried out by the laser radiation intensity distribution suitable for annealing with the optical system using the hologram as shown above, stable and uniform laser annealing can be performed.

[0038] Example 2 drawing 16 is drawing showing the irradiation spot on the annealing processing object by the equipment which realizes the laser annealing method by other examples of

this invention. The composition of the laser annealing equipment by this example is fundamentally the same as that of what is depended on the example 1 shown in drawing 10.

[0039] the hologram by the above-mentioned example 1 -- a line -- although intensity distribution with the uniform longitudinal direction of a beam are obtained, the field with the intensity permitted in laser annealing is restricted to the range with them [narrow since the intensity distribution of an irradiation spot with crosswise single intensity distribution are reflected as it is] When performing annealing by such laser beam, in order to store TFT formation section 1 train in this tolerance, it may be necessary to perform alignment with a high precision. Then, as shown in drawing 16 (a), the hologram by this example is constituted so that two or more irradiation spots may be made on two parallel straight lines, respectively.

[0040] Next, operation is explained, as shown in drawing 16 (b), while each irradiation spot overlaps a longitudinal direction and forms a linear beam using the hologram which generates an irradiation spot as shown in drawing 16 (a) -- two lines -- it adjusts so that beams may also overlap mutually in the superposition distance about [of the intensity distribution of one irradiation spot] half-value width one line on the annealing processing object formed of the

example 1 grade shown in drawing 17 (a) by this -- compared with the intensity distribution of the cross direction of a beam, it is shown in drawing 17 (b) -- as -- the aforementioned superposition distance -- two lines -- beams overlapped and the range which has uniform intensity distribution also about the cross direction is spread. Thereby, **** and stable annealing become possible to ease the alignment precision of an irradiation position. furthermore, many parallel lines -- by piling up a beam, a crosswise uniform on-the-strength field can be extended, and the alignment precision of an irradiation position can be eased further.

[0041] Example 3 drawing 18 is the block diagram showing the composition of the equipment which realizes the laser annealing method by other examples of this invention, and the same sign as the reference mark shown in drawing 10 shows the same or the corresponding component in drawing. The composition of the laser annealing equipment by this example is the same as that of what is depended on the example 1 fundamentally shown in drawing 10.

[0042] In this example, the hologram 71 is arranged to the hologram 71 being arranged behind a lens 70 in the example 1 in the focal position of the anterior of a lens 70.

[0043] Next, operation is explained. In arrangement of the hologram 71 by this

example shown in drawing 18, and a lens 70, the chief ray of each laser beam divided by the hologram 71 becomes the original optical axis and parallel with a lens 70. For this reason, incidence of the chief ray of all the laser beams that carry out incidence to a substrate 31 can be carried out at right angles to a substrate 31. When the degrees of incident angle of light differ to a substrate 31, the rate of a light reflex and the rate of an optical absorption of a substrate 31 change, even if irradiation intensity distribution are uniform, the light energy absorbed by the substrate 31 will become less uniform, and a bird clapper will have annealing unevenly. On the other hand, in order that all the chief rays of the laser beam which carries out incidence to a substrate 31 by taking arrangement as shown in drawing 19 may carry out incidence at the same angle, the influence of an optical incident angle is lost and uniform and stable annealing becomes possible.

[0044] Example 4 drawing 19 is the block diagram showing the composition of the equipment which realizes the laser annealing method by other examples of this invention, and it is the cylindrical lens of the concave surface that the same sign as the reference mark shown in drawing 1 is the same, or for the corresponding component being shown and 80 expanding the beam width of a laser beam to the linear longitudinal direction and linear perpendicular

direction of the shape of beam at least in drawing. Drawing 19 (a) shows the plan of the laser annealing equipment by this example, and drawing 19 (b) shows the side elevation.

[0045] In the above-mentioned examples 1-3, since it was orthopedically operated by the linear shape of beam as it is, when the beam angle of divergence from a laser oscillation machine is large, the laser beam by which outgoing radiation was carried out from the laser oscillation machine cannot be condensed to width of face smaller than the train interval of the transistor formation section, but has the trouble that the train interval of the transistor formation section cannot be made small, and a high definition liquid crystal display cannot be manufactured.

[0046] This example was made in order to cancel such a trouble, and for the reason, it possesses the concave cylindrical lens 80.

[0047] Next, operation is explained. the laser beam by which outgoing radiation was carried out from the laser oscillation machine 21 spreads with the concave cylindrical lens 80, a convex lens 70, and a hologram 71 -- having -- a line -- although it is orthopedically operated by the beam and the transistor formation section on the substrate 31 which is an annealing processing object irradiates -- this -- on the way -- coming out -- a laser beam -- the concave cylindrical lens 80 -- a line -- it can extend to the longitudinal

direction and perpendicular direction of a beam

[0048] Generally, when light is considered as condensing using the convex lens of a focal distance f , the minimum condensing width of face ω_0 is expressed with $\omega_0 = f \cdot (\alpha \cdot \lambda / D)$.

[0049] Here, the width of face of a beam in case a laser beam makes λ the wavelength of a laser beam and makes incidence of the D to a convex lens, and α are constants decided by the profile and angle of divergence of a laser beam.

[0050] Therefore, in order to make small condensing width of face ω_0 , it is necessary to make small the focal distance f of a convex lens, or wavelength λ of a laser beam. Or it is necessary to enlarge width of face D of the laser beam when carrying out incidence to a convex lens.

[0051] However, if a focal distance f is made small, the aberration of a convex lens will become large and condensing width of face will become large rather. In addition, in order that the interval of a convex lens 70 and a substrate 31 may approach, there is evil of the scattering object from a substrate 31 adhering to a convex lens 70. Moreover, if wavelength of a laser beam is made small, selection of lens material will become difficult and the stability of the laser oscillation machine 21 will become bad.

[0052] When carrying out incidence of the laser beam of beam width d which carries

out incidence to the concave cylindrical lens 80 to a convex lens 70 by the concave cylindrical lens 80, by expanding beam width and being referred to as D, it is large in α decided by the beam angle of divergence, namely, a beam angle of divergence can be enlarged. That is, condensing width of face can be made small also with the big laser oscillation vessel 21 of a beam angle of divergence. Moreover, when using a laser beam with the same α , the minimum condensing width of face ω_0 can be reduced to d/D , and column width of the detailed transistor formation section can be made small only at this rate.

[0053] in addition -- although the concave cylindrical lens 80 was used in this example in order to enlarge beam width which carries out incidence to a convex lens 70 -- case a superposition pitch is sufficiently small -- a line -- even if it expands beam width to the longitudinal direction and parallel direction of a beam and condensing width of face becomes small -- a uniform line -- when a beam is obtained, you may use the usual concave surface lens instead of a concave cylindrical lens

[0054] Example 5 drawing 20 is the block diagram showing the composition of the equipment which realizes the laser annealing method by other examples of this invention, and it is the cylindrical mirror of the convex that the same sign as the reference mark shown in drawing

19 is the same, or for the corresponding component being shown and 81 expanding beam width to the longitudinal direction and perpendicular direction of the shape of beam of at least a line [82 / a reflective mirror and] in drawing. Drawing 20 (a) shows the plan of the laser annealing equipment by this example, and drawing 21 (b) shows the side elevation. In this example, the convex cylindrical mirror 82 is used instead of the cylindrical lens of the concave surface of the above-mentioned example 4.

[0055] Next, operation is explained. As described above, when using the laser beam which condensing width of face can be made small also with the big laser oscillation vessel 21 of a beam angle of divergence by enlarging beam width of the laser beam which carries out incidence, and has the same angle of divergence, the minimum condensing width of face can be reduced and column width of the detailed transistor formation section can be made small only at this rate. the laser beam by which outgoing radiation was carried out from the laser oscillation machine 21 spreads with the convex cylindrical mirror 82, a lens 70, and a hologram 71, after being reflected by the reflective mirror 81 -- having -- a line -- although it is orthopedically operated by the beam and the transistor formation section on the substrate 31 which is an annealing processing object

irradiates -- this -- on the way -- coming out -- a laser beam -- the convex cylindrical mirror 82 -- a line -- it can extend to the longitudinal direction and perpendicular direction of a beam. Thereby, like an example 12, when carrying out incidence of the laser beam of beam width d which carries out incidence to the concave cylindrical mirror 82 to a convex lens 70 by the concave cylindrical mirror 82, by expanding beam width and being referred to as D , it is large in α decided by the beam angle of divergence, namely, a beam angle of divergence can be enlarged. That is, condensing width of face can be made small also with the big laser oscillation vessel 21 of a beam angle of divergence. Moreover, when using a laser beam with the same α , the minimum condensing width of face ω_0 can be reduced to d/D , and column width of the detailed transistor formation section can be made small only at this rate.

[0056] Example 6 drawing 21 is the block diagram showing the composition of the equipment which realizes the laser annealing method by other examples of this invention, in drawing, the corresponding component is shown and 83 is that the same sign as the reference mark shown in drawing 19 is the same, or BIMUEKISUPANDA which consists of the cylindrical lens of the concave surface for expanding beam width to the linear longitudinal direction and linear

perpendicular direction of the shape of beam at least and a convex cylindrical lens or a convex cylindrical mirror, and a concave cylindrical mirror. Drawing 21 (a) shows the plan of ** laser annealing equipment to this example, and drawing 21 (b) shows the side elevation. In this example, the beam expander 83 which consists of the cylindrical lens of the concave surface for expanding beam width at the linear longitudinal direction and linear perpendicular direction of the shape of beam and a convex cylindrical lens is used instead of the cylindrical lens of the concave surface of an example 4.

[0057] Next, operation is explained. the laser beam by which outgoing radiation was carried out from the laser oscillation machine 21 spreads with the beam expander 83, a lens 70, and a hologram 71 -- having -- a line, although it is orthopedically operated by the beam and the transistor formation section on the substrate 31 which is an annealing processing object irradiates. By this middle, can extend a laser beam to the beam expander 83 at the longitudinal direction and perpendicular direction of a twisted-wire-like beam, and the laser beam of beam width d which carries out incidence to the beam expander 83 like an example 21 with the beam expander 83. When carrying out incidence to a convex lens 70, by expanding beam width and being referred to as D , it is large in α decided by the beam angle of

divergence, namely, a beam angle of divergence can be enlarged. That is, condensing width of face can be made small also with the big laser oscillation vessel 21 of a beam angle of divergence. Moreover, when using a laser beam with the same α , the minimum condensing width of face ω_0 can be reduced to d/D , and column width of the detailed transistor formation section can be made small only at this rate. Moreover, in this example, since it is the laser collimated beam of beam width in case a laser beam carries out incidence to a lens 70, the transistor formation section can be irradiated by the stable condensing width of face like [at the time of using the cylindrical lens of the concave surface of an example 4], without incident beam width of face changing with the distance of the concave cylindrical lens 80 and a lens 70.

[0058] Example 7 drawing 22 is the block diagram showing the composition of the equipment which realizes the laser annealing method by other examples of this invention, and it is a mirror pair that the same sign as the reference mark shown in drawing 19 is the same, or for the corresponding component being shown and 84 constructing a unstable resonator to the linear longitudinal direction and linear perpendicular direction of the shape of beam at least in drawing. Drawing 22 (a) shows the plan of the laser annealing equipment by this

example, and drawing 22 (b) shows the side elevation.

[0059] In the above-mentioned example 1 grade, when the beam angle of divergence from a laser oscillation machine is large, there is a trouble that it cannot condense to width of face smaller than the train interval of the transistor formation section even if it operates orthopedically the laser beam by which outgoing radiation was carried out from the laser oscillation machine to the linear shape of beam, and the train interval of the transistor formation section cannot be made small, and a high definition liquid crystal display cannot be manufactured. The laser annealing equipment by this example is equipped with the unstable resonator 84 which reduces the beam angle of divergence of the longitudinal direction of the linear shape of beam, and a perpendicular direction in order to cancel this trouble.

[0060] Next, operation is explained. the laser beam by which outgoing radiation was carried out from the laser oscillation machine 21 possessing the unstable resonator 84 spreads with a lens 70 and a hologram 71 -- having -- a line -- it is orthopedically operated by the beam and the transistor formation section on the substrate 31 which is an annealing processing object irradiates

[0061] As already stated, when light is considered as condensing using the convex lens of a focal distance f , generally

the minimum condensing width of face ω_0 is expressed with $\omega_0 = f \cdot (\alpha \cdot \lambda / D)$.

[0062] Here, the width of face of a beam in case a laser beam makes λ the wavelength of a laser beam and makes incidence of the D to a convex lens, and α are constants decided by the profile and angle of divergence of a laser beam.

[0063] In order to make small condensing width of face ω_0 , supposing the width of face D of the laser beam when enlarging width of face D of the laser beam when making small the focal distance f of a convex lens and wavelength λ of a laser beam, or carrying out incidence to a convex lens, or carrying out incidence to the wavelength λ and the convex lens of a focal distance f and a laser beam does not change, it is necessary to make a beam angle of divergence small.

[0064] the laser annealing equipment by example 1 grade -- a line -- the beam of a direction perpendicular to the direction of an electrode made small [an angle of divergence] with the usual laser oscillation vessel in order to make condensing width of face of a beam as small as possible -- a line -- it constitutes in many cases so that it may become the cross direction of a beam. However, since there is a limitation also in the smallness of the angle of divergence of this direction when a stable resonator is used, condensing width of face cannot be made

sufficiently small.

[0065] The laser annealing equipment by this example is equipped with the unstable resonator 84 which stops the beam angle of divergence of a laser beam in a direction perpendicular to the direction of an electrode, and the linear longitudinal direction and linear perpendicular direction of the shape of beam are made as perpendicular [equipment] as the direction of an electrode. By this, since it is sufficiently small compared with the angle of divergence of the beam by which outgoing radiation is carried out from a stable resonator, condensing width of face becomes that much small, and the angle of divergence of the beam by which outgoing radiation is carried out from a unstable resonator 84 can make small column width of the detailed transistor formation section.

[0066] Example 8 drawing 23 is the block diagram showing the composition of the equipment which realizes the laser annealing method by other examples of this invention, and it is a mirror pair that the same sign as the reference mark shown in drawing 19 is the same, or for the corresponding component being shown and 85 constructing a unstable resonator to an axial symmetry to a laser beam shaft in drawing. Drawing 23 (a) shows the plan of the laser annealing equipment by this example, and drawing 23 (b) shows the side elevation.

[0067] Although the unstable resonator was constituted from an above-mentioned example 7 in order to decrease the beam angle of divergence of the laser beam of a direction perpendicular to the direction of an electrode, the laser annealing equipment by this example possesses the unstable resonator 85 symmetrical with a shaft.

[0068] Next, operation is explained. the line spread with the lens 70 and the hologram 71 by the laser beam by which outgoing radiation was carried out from the laser oscillation machine 21 with which the unstable resonator 85 symmetrical with a shaft was incorporated -- it is orthopedically operated by the beam and the transistor formation section on the substrate 31 which is an annealing processing object irradiates case a superposition pitch is sufficiently small -- a line -- even if it makes small the beam angle of divergence to the longitudinal direction and parallel direction of a beam -- a uniform line -- when a beam is obtained, column width of the detailed transistor formation section can be made small by using the unstable resonator 85 of the axial symmetry used as a unstable resonator in the direction of such both

[0069] Unlike the above-mentioned example, example 9 drawing 24 is what set the lens system which is from the cylindrical lens 70 of the couple of a vertical mold and a horizontal type on the

substrate 1 side of a hologram 71, and is carried out as [adjust / the cylindrical lens 70 of a couple / the length and breadth of beam image formation on the substrate 1 of the laser beam orthopedically operated by passing a hologram 71]. Here, 400 to 800 mountain is made to carry out diffraction distribution of the laser beam which carries out incidence to a hologram 71 by 84mm of longitudinal directions, and while uniform intensity is obtained, it can be made to carry out on a substrate 1 image formation of the thin-line beam with a width of face of 50 micrometers.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the schematic diagram of the multi-stage story on-the-strength simultaneous annealing method of 1 operation gestalt of this invention.

[Drawing 2] They are the slanting beam of the 2nd operation gestalt of this invention, and the schematic diagram of the annealing method by SUPPOTO beam irradiation.

[Drawing 3] It is the schematic diagram of the annealing method by L character type beam irradiation of the 3rd operation gestalt of this invention.

[Drawing 4] It is the schematic diagram of the slanting scan annealing method of the 4th operation gestalt of this invention.

[Drawing 5] It is the schematic diagram of the conventional excimer laser annealer.

[Drawing 6] It is the graph which shows the energy-density dependency of a TFT property.

[Drawing 7] It is the graph which shows the shots-per-hour dependency of a TFT property.

[Drawing 8] It is the perspective diagram and partial expansion schematic diagram of a liquid crystal panel which it anneals by this invention method.

[Drawing 9] It is the conceptual diagram showing the function of the Fourier transform type phase hologram used by this invention.

[Drawing 10] It is the block diagram showing the 1st composition of the laser annealing equipment which realizes the laser annealing method in the operation gestalt of this invention.

[Drawing 11] It is the block diagram showing the composition of the beam plastic surgery optical system in the laser annealing equipment shown in drawing 10.

[Drawing 12] It is drawing showing two or more irradiation spots generated by the beam plastic surgery optical system of the laser annealing equipment shown in drawing 10.

[Drawing 13] It is drawing showing the intensity distribution of two or more irradiation spots generated by the beam plastic surgery optical system of the laser

annealing equipment shown in drawing 10.

[Drawing 14] It is drawing showing patterning of the phase hologram used for the beam plastic surgery optical system of the laser annealing equipment shown in drawing 10.

[Drawing 15] It is drawing showing the manufacture method of the phase hologram used for the beam plastic surgery optical system of the laser annealing equipment shown in drawing 10.

[Drawing 16] It is drawing showing two or more irradiation spots generated by the beam plastic surgery optical system used for the laser annealing equipment which realizes the laser annealing method by the operation gestalt of this invention.

[Drawing 17] the line generated by the beam plastic surgery optical system of the laser annealing equipment shown in drawing 16 -- it is drawing showing the intensity distribution of two or more irradiation spots of the cross direction of a beam

[Drawing 18] It is the block diagram showing the 2nd composition of the beam plastic surgery optical system used for the laser annealing equipment which realizes the laser annealing method by the operation gestalt of this invention.

[Drawing 19] It is the plan and side elevation showing the 3rd composition of the laser annealing equipment which

realizes the laser annealing method by the operation gestalt of this invention.

[Drawing 20] It is the plan and side elevation showing the 4th composition of the laser annealing equipment which realizes the laser annealing method by the operation gestalt of this invention.

[Drawing 21] It is the plan and side elevation showing the 5th composition of the laser annealing equipment which realizes the laser annealing method by the operation gestalt of this invention.

[Drawing 22] It is the plan and side elevation showing the 6th composition of the laser annealing equipment which realizes the laser annealing method by the operation gestalt of this invention.

[Drawing 23] It is the plan and side elevation showing the 7th composition of the laser annealing equipment which realizes the laser annealing method by the operation gestalt of this invention.

[Drawing 24] It is the perspective diagram showing the composition of the octavus of laser annealing equipment which realizes the laser annealing method by the operation gestalt of this invention.

[Description of Notations]

21 Laser Oscillation Machine

70 Lens

31 Substrate (or Annealing Processing Object)

31a Amorphous silicon film

31b Substrate

71 Hologram (Fourier Transform Type

Phase Hologram)

84 85 Unstable resonator

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-293687

(43) 公開日 平成9年(1997)11月11日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L	21/268		H 0 1 L 21/268	B
	21/20		21/20	Z
	27/12		27/12	R
	29/786		29/78	6 1 2 B
審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 16 頁) 最終頁に続く				

(21) 出願番号 特願平8-107360

(22) 出願日 平成8年(1996)4月26日

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 井上 満夫

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

(72) 発明者 笹川 智広

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

(72) 発明者 坂本 孝雄

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

(74) 代理人 弁理士 宮田 金雄 (外3名)

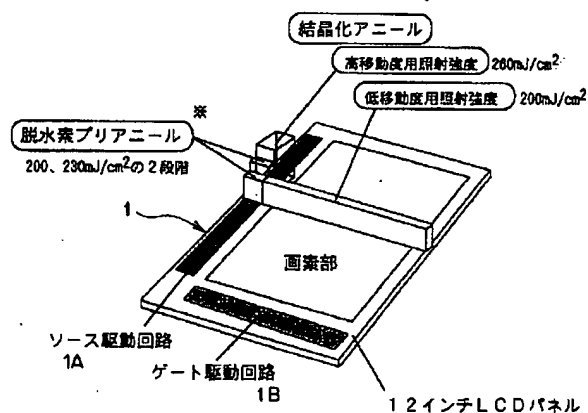
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 低温ポリシリコン薄膜トランジスタのレーザアニーリング方法

(57) 【要約】

【課題】 エキシマレーザビームにより同時に異なる移動度の多結晶Siにアニールすることができるレーザアニール方法を提供する。

【解決手段】 膜トランジスタを形成する基板上的のアモルファスシリコン膜をレーザ照射によりポリシリコン化して低温ポリシリコン薄膜トランジスタを製造するにあたり、エキシマレーザ発振器から放射されたレーザビームを、フーリエ変換型位相ホログラムを用い、遠視野で複数の点を所望の位置で所望の位相で結像させ、任意の形状で、かつそのビーム強度分布を被ポリシリコン化部の所望の移動度変化に相応するように整形する整形ステップと、前記レーザビームを所定の整形パターンで基板上に結像形成し、該レーザビームを前記基板に対し相対的に移動させ、前記被ポリシリコン化部の全域を照射する照射ステップとを含むことを特徴とするレーザアニーリング方法を要する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 薄膜トランジスタを形成する基板上のアモルファスシリコン膜をレーザ照射によりポリシリコン化して低温ポリシリコン薄膜トランジスタを製造するにあたり、

エキシマレーザ発振器から放射されたレーザビームを、フーリエ変換型位相ホログラムを用い、遠視野で複数の点を所望の位置で所望の位相で結像させ、任意の形状で、かつそのビーム強度分布を被ポリシリコン化部の所望の移動度変化に相応するように整形する整形ステップと、前記レーザビームを所定の整形パターンで基板上に結像形成し、該レーザビームを前記基板に対し相対的に移動させ、前記被ポリシリコン化部の全域を照射する照射ステップとを含むことを特徴とするレーザアニリング方法。

【請求項2】 上記フーリエ変換型位相ホログラムが、エキシマレーザ発振器から放射されたレーザビームを、その相対的移動方向で段階的に強度分布が変化するように、遠視野で複数の点を結像させるパターンを有し、上記基板上に多段階に強度分布が変化するレーザビームパターンを整形する請求項1に記載のレーザアニリング方法。

【請求項3】 被アニール部分が α -Si:H膜からなり、上記レーザビームが線状ビームパターンと矩形ビームパターンとを組み合わせ、その相対的移動方向で段階的に照射強度分布を増大させる請求項2記載のレーザアニリング方法。

【請求項4】 薄膜トランジスタを形成する基板が液晶パネルであって、中央部に画素を形成する部分を有する一方、そのXY軸方向に帯状に延びる周辺部分に駆動回路を形成する部分を有するものであって、上記XY軸方向に帯状に延びる周辺部分をアニールするレーザビームが上記フーリエ変換型位相ホログラムによって上記周辺部分幅でX軸方向の延びる直線成分とY軸方向に延びる直線成分とからなるL形状または、上記XY軸方向に帯状に延びる周辺部分の双方の必要幅をわたるX軸成分とY軸成分とから合成される／または傾斜形状に整形され、前記基板に対するレーザビーム角度を変化させることなく、上記XY軸方向に移動させることにより上記XY軸方向に帯状に延びる周辺部分をアニール処理することを特徴とするレーザアニリング方法。

【請求項5】 薄膜トランジスタを形成する基板が液晶パネルであって、中央部に画素を形成する部分を有する一方、そのXY軸方向に帯状に延びる周辺部分に駆動回路を形成する部分を有するものであって、上記XY軸方向に帯状に延びる周辺部分をアニールするレーザビームが上記フーリエ変換型位相ホログラムによって上記周辺部分のX軸に平行な直線成分とY軸に平行な直線成分とからなるL形状細線ビームに整形され、該ビームの走査を上記XY軸に対し斜め方向に行い、上記XY軸方向に

帯状に延びる周辺部分をアニール処理することを特徴とするレーザアニリング方法。

【請求項6】 上記画素を形成する部分をアニールするレーザビームが画素ピッチに対応したスポットビーム列からなる請求項4または5記載のレーザアニリング方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、基板上の形成されたアモルファスシリコン膜、例えば液晶パネルの周辺駆動回路部分および中央画素部分に形成される薄膜トランジスタのアモルファスシリコン膜をレーザ照射によりポリシリコン化するレーザアニリング方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】半導体膜としてアモルファスシリコンを用いた薄膜トランジスタをスイッチング素子とする液晶ディスプレイが実用化されているが、高精細化に伴って画素サイズが小さくなってきており、薄膜トランジスタ部の占有面積を極力小さくするために、アモルファスシリコンをより動作速度の速いポリシリコンに置き換えようとする開発が進んでいる。さらに、薄膜トランジスタを駆動する回路までも、ポリシリコンを用いた薄膜トランジスタを用いて形成していこうとしており、ポリシリコンが液晶ディスプレイにおけるキーマテリアルとなってきている。

【0003】ポリシリコン膜を得る手段として、固相成長法とレーザアニール法が知られている。しかしながら、固相成長法ではアニール温度を低温化することが困難であるため、図8に示したようなガラス基板等の基板上に形成されたアモルファスシリコン層をレーザでアニールし、熔融再結晶化するレーザアニール法が提案され、全体を高温に加熱する必要がないため、安価なガラスを基板として用いることができる低温ポリシリコン薄膜トランジスタ（多結晶Si-TFT）の製造法として期待されている。図において、1は駆動IC、2は画素を作り込む部分で、3はその薄膜トランジスタ(TFT)形成部、11はレーザビームスポット、12はレーザビームの走査方向を示す矢印である。

【0004】アモルファス層全域を一度に照射するには、極めて大きなレーザ出力が必要となるため、従来は矩形ビームをステップ毎に重ねあわせて照射して全域をアニールする手法がとられていた。しかし、重ねあわせの部分とそれ以外の部分で結晶性が異なり、これをベースに構成される薄膜トランジスタの特性が均一でなくなるため液晶画面にムラが生じるなどの問題点があった。

【0005】そこで、図5に示すエキシマレーザアニール技術が注目されている。ここでは、エキシマレーザとしてXeCl（波長308nm）、KrF（波長248

nm)、ArF(波長193nm)などを用い、レーザービームをビームホモナイザを含む光学系を通しチャンバに導入する。チャンバは真空や一定の雰囲気コントロールするためのポンプ、ガス系を有し、ビーム走査は基板を置くステージを移動させるもの、光学系の移動により行うもの、あるいは両者を組み合わせたものなどがあり、基板に照射されるレーザービームを照射強度の均一なものとし、細線および矩形ビーム形状のものを利用している。

【0006】一般に、線状レーザービームのような均一な強度分布を作り出すビーム整形光学系としてビームホモジナイズ光学系とシリンドリカルレンズとの組み合わせが用いられるが、ビームホモジナイザでは、レーザービームの小さな一部分が拡大されて他の部分と大きく重ね合わせられるために、お互いに干渉して干渉縞ができてしまい、均一な強度分布にならないという問題点がある。また、均一強度分布以外の任意の強度分布を作り出すことも大変困難である。

【0007】さらに、エキシマレーザーは、短パルスの放電励起レーザーであり、放電の不安定性や、共振器内で発振モードが十分に形成されないので、パルスごとのビームプロファイルやビームの重心が不安定になっている。さらに、放電電極の消耗などにより長期的にもビームプロファイルやビームの重心が変化する。従って、ビームホモジナイザでは、ビームの重心がずれると中央から分割できなくなってしまうという問題点がある。また、設計通りのビームプロファイルにならないと、重ね合わせでも均一な強度分布にならない。

【0008】このように、エキシマレーザーアニール技術において、従来のビームホモジナイズ光学系は、短パルスレーザーに対して安定に均一な強度分布をつくることができず、安定な線状ビームを実現するのが困難であるため、安定なアニールは難しかった。

【0009】このような問題点を解消するために、レーザーアニリング装置は、ビーム整形光学系を構成する重要な要素としてフーリエ変換型位相ホログラムタイプのホログラムを具備するものが提案されている。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】ところで、TFT特性は図6に示すようにエネルギー密度に依存して移動度が変化し、また図7に示すようにショット数に依存して移動度が変化するので、

1) 駆動回路を作り込む部分の駆動ICでは、画素を作り込む部分2の薄膜トランジスタ(TFT)形成部3より高い移動度が必要のため、エネルギー密度の高いエキシマレーザーを照射する一方、画素を作り込む部分の薄膜トランジスタ形成部には比較的エネルギー密度の低いエキシマレーザーを照射し、必要な移動度に応じて照射エネルギーを選択して照射する必要がある。

また、2) 駆動IC部がプラズマCVD/ α -Si:H

膜で形成されている場合、大量の水素が含まれているので、いきなり高いエネルギー密度のレーザーを照射すると、水素が突沸して膜を破壊するので、最初は熔融エネルギーより低いエネルギーの照射を行い、水素を追い出してから熔融固化するように2段階で走査する必要がある。

さらに、3) 駆動IC部は液晶パネルの上辺および側辺に位置するため、基板に照射されるレーザービームを照射強度が均一、かつ角形基板のいずれか一辺に平行な細線ビームとし、アニールを行うため、一辺の駆動ICをアニールした後、細線ビームもしくは基板を90度回転させて他辺の駆動ICをアニールする必要がある。

【0011】そこで、本発明の第1の目的は、エキシマレーザービームにより同時に異なる移動度の多結晶Siにアニールすることができるレーザーアニール法を提供することを目的とする。本発明の第2の目的は、多段階のビーム強度のエキシマレーザーを使用し、複数回の走査で行う必要のあった多段階アニールを1回のエキシマレーザー照射で行うことができるレーザーアニール法を提供することにある。本発明の第3の目的は、細線ビームもしくは基板を90度回転させることなく、液晶パネルの2方向に跨る駆動IC部分をレーザーアニールすることができる方法を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明は上記第1の目的を達成するため、薄膜トランジスタを形成する基板上のアモルファスシリコン膜をレーザー照射によりポリシリコン化して低温ポリシリコン薄膜トランジスタを製造するにあたり、エキシマレーザー発振器から放射されたレーザービームを、フーリエ変換型位相ホログラムを用い、遠視野で複数の点を所望の位置で所望の位相で結像させ、任意の形状で、かつそのビーム強度分布を被ポリシリコン化部の所望の移動度変化に相応するように整形する整形ステップと、前記レーザービームを所定の整形パターンで基板上に結像形成し、該レーザービームを前記基板に対し相対的に移動させ、前記被ポリシリコン化部の全域を照射する照射ステップとを含むことを特徴とするレーザーアニリング方法にある。

【0013】上記フーリエ変換型位相ホログラムは図9に示すように、レンズを介して入射するレーザービームを回折させ、所望の照射パターンに応じたスペクトルを結像形成することができるように設計することができ、以下に詳細に説明するが、例えば、エキシマレーザー発振器から放射されたレーザービームを、その相対的移動方向で段階的に強度分布を変化させる場合は、遠視野で複数の点を互いに平行な複数の直線上にそれぞれ任意の位相で結像するパターンを有するフーリエ変換型位相ホログラムを使用することにより上記第2の目的を達成することができる。

【0014】また、上記XY軸方向に帯状に延びる周辺

部分をアニールするレーザービームを上記フーリエ変換型位相ホログラムによって上記周辺部分幅でX軸方向の延びる直線成分とY軸方向に延びる直線成分とからなるL形状または、上記XY軸方向に帯状に延びる周辺部分の双方の必要幅をわたるX軸成分とY軸成分とから合成される／または＼傾斜形状に整形することにより、前記基板に対するレーザービーム角度を変化させることなく、上記XY軸方向に移動させることにより上記XY軸方向に帯状に延びる周辺部分をアニール処理することができる、本発明の第3の目的を達成することができる。

【0015】上記XY軸方向に帯状に延びる周辺部分をアニールするレーザービームは上記フーリエ変換型位相ホログラムによって上記周辺部分のX軸に平行な直線成分とY軸に平行な直線成分とからなるL形状細線ビームに整形することもでき、この場合、該ビームの走査を上記XY軸に対し斜め方向に行うことにより、上記XY軸方向に帯状に延びる周辺部分をアニール処理することができる。

【0016】液晶パネルの画素を形成する部分をアニールするにはレーザービームを上記フーリエ変換型位相ホログラムによって画素ピッチに対応したスポットビーム列に整形することができる。

【0017】レーザービーム照射装置としては以下に列挙した態様を状況に応じて選択使用することができる。

【0018】

【発明の実施の形態】

実施の形態1

図1は 基板が12インチのLCD液晶パネルであって、図1に示すように中央部に画素を形成する部分2を有する一方、そのXY軸方向に帯状に延びる周辺部分に駆動回路を形成する部分1を有し、そのソース駆動回路部1Aおよびゲート駆動回路1Bは高い移動度を得るために、プラズマCVD/ α -Si:H膜で形成されている。この場合、上記駆動回路を有する周辺部分を照射するレーザービームは、その相対的移動方向で段階的に強度分布を増大させるのが好ましい。そこで、脱水素アリアニール用のレーザービームとして $200\text{ mJ}/\text{cm}^2$ と $230\text{ mJ}/\text{cm}^2$ の線状ビームを前後に配置させるとともに、 $260\text{ mJ}/\text{cm}^2$ （高移動度用照射強度）の結晶化アニールのための矩形ビームとを組み合わせ結像形成させる一方、脱水素アリアニールの $200\text{ mJ}/\text{cm}^2$ に連続して画素部分を照射する $200\text{ mJ}/\text{cm}^2$ （低移動度用照射強度）の線状ビームを結像形成させる。

【0019】上記パターン用のレーザービームを使用すれば、アモルファスシリコン部分は大量の水素が含まれているが、段階的に増大するエネルギー密度のレーザーが一回の走査により連続して照射されるので、アモルファス膜中の水素が突沸することなく放出され、脱水素化が行われる。次いで結晶化アニール用の矩形レーザービームがアモルファス膜に照射されると、溶融固化されてポリシ

リコン化されるようになる。 他方、画素部分は上記周辺部分のポリシリコン化の走査と同時に $200\text{ mJ}/\text{cm}^2$ （低移動度用照射強度）の線状ビームが照射されてポリシリコン化が行われる。

【0020】したがって、本実施の形態によれば、1つのレーザー発振器から照射強度の異なった均一な細線および矩形ビームを複数個同時に結像形成させることができるので、複数回の工程で行われていたレーザーアニール処理工程が1回のスキャンで行える。また、駆動回路および画素を違った照射強度で照射したい場合でも、一様な強度の均一ビームではなく、強い照射強度の領域、弱い照射強度の領域を形成し、それぞれの領域内で均一強度のビームを整形することにより、駆動回路、画素をそれぞれの最適強度でもって1回のスキャンによりアニール処理することができる。

【0021】実施の形態2

図2は図1と同様の、12インチのLCD液晶パネルであって、図8に示すように中央部に画素を形成する部分2を有する一方、そのXY軸方向に帯状に延びる周辺部分に駆動回路を形成する部分1を有し、そのソース駆動回路部1Aおよびゲート駆動回路1Bが形成される。上記XY軸方向に帯状に延びる周辺部分をアニールするレーザービームは上記XY軸方向に帯状に延びる周辺部分の双方の必要幅をわたるX軸成分とY軸成分とから合成される＼傾斜形状11Aを有している。その傾き角およびその長さは基板の各辺の方向をXY軸方向とした時、細線ビームのX軸方向成分の長さをY軸方向を長手方向とする駆動回路のX軸方向の長さより長く、細線ビームのY軸方向成分の長さをX軸方向を長手方向とする駆動回路のY軸方向の長さより長くなるようにするのがよい。このビーム形状は図7に示すように、上記周辺部分幅でX軸方向の延びる直線成分とY軸方向に延びる直線成分とからなるL形状11Bであってもよい。この場合も、基板の各辺の方向をX、Y軸方向とした時、L字型ビームのX軸方向成分の長さをY軸方向を長手方向とする駆動回路のX軸方向の長さより長く、ビームのY軸方向成分の長さをX軸方向を長手方向とする駆動回路のY軸方向の長さより長くなるようにするのがよい。

【0022】図2および図3の場合、前記基板に対するレーザービーム角度を変化させることなく、上記XおよびY軸方向に移動させることにより上記XY軸方向に帯状に延びる周辺部分をアニール処理することができる。

【0023】上記画素を形成する部分をアニールするレーザービームが図2に示すように画素ピッチに対応したスポットビーム列からなる。1つのスポットビームは1つの画素中のTFTを形成する部分のみに、かつ少なくとも1列に並ぶ全画素用TFTを一括して照射できるようにスポットビーム列を形成する。これにより、均一ビームに比べ少ないエネルギー（スポット化によりとびとびになる）で、画素部全体をアニールすることができる。

【0024】図4は、上記XY軸方向に帯状に延びる周辺部分をアニールするレーザビームが上記周辺部分のX軸に平行な直線成分とY軸に閉口な直線成分とからなるL形状細線ビームであって、該ビームの走査を上記XY軸に対し斜め方向に行い、上記XY軸方向に帯状に延びる周辺部分をアニール処理するものである。細線ビームは基板の各辺に平行な二つの細線成分を有し、それぞれの長さは基板各辺の方向をXY軸方向とした時、L字型ビームのX軸方向成分の長さをY軸方向を長手方向とする駆動回路のY軸方向の長さより長く、ビームのY軸方向成分の長さをX軸方向を長手方向とする駆動回路のX軸方向の長さより長くなるようにするのがよい。この方法によれば、画素周辺の駆動回路を1つのL字型ビームでアニールすることができるので、従来のビームや基板を回転させる必要がなくなる。なお、レーザビーム形態としては上記L字型および斜め形の外に十字形など任意の形状を整形することができる。

【0025】本発明によれば、フーリエ変換型位相ホログラムにより種々の形状および強度分布のレーザビームを整形することができるので、適切なアニールパターンを実行することができる。たとえば、多段階強度同時照射アニールが可能となるので、スキニング回数を低減することができ、アニール時間を短縮し、スループットが向上する。また、駆動回路、画素に適した照射強度でアニールできるので、各部分の性能の向上、バラツキを低減することができる。L字型または斜めビームが成形でき、また斜めスキャンアニールが可能であるので、ビームおよび基板を回転させることなく、画素周辺の駆動回路をアニールすることができ、スループットが向上する。また、回転のためのステージ機構が不要となるので、装置の信頼性が高まる。スポットビーム照射アニールが可能であるので、低出力のレーザ発振器により広い面積をアニールすることができ、スループットは向上し、アニール装置の信頼性が高まる。

【実施例】

【0026】以下の実施例で示される原理および装置は上記実施の形態において使用されるフーリエ変換型位相ホログラムおよびそれを含むレーザアニール装置の具体例を示すものである。

【0027】実施例1

図10はこの発明の他の実施例によるレーザアニール方法を実現する装置の構成を示すブロック図であり、70はレンズ、71はフーリエ変換型位相ホログラム（以下ホログラムと略す）、72はレンズ70及びホログラム71から構成されるビーム整形光学系である。即

ち、レンズ70及びホログラム71はアニール加工対象物31上で長手方向に均一なレーザ強度分布を有する線状レーザビームを得るためのビーム整形光学系72を構成している。

【0028】次に動作について説明する。レーザ発振器21から発せられたレーザ光は、レンズ70及びホログラム71から構成されるビーム整形光学系72を通る。この際、レーザ光はレンズ70によって基板31上に照射されるが、図11に示す様に、レンズ70と基板31との間に設けられたホログラム71によって基板31上に一直線上に並んだいくつもの重なりあった照射スポットを持つように空間変調される。ホログラム71は、それぞれの照射スポットを基板31上の任意の位置に、任意の強度で配置することができる。例えば、図12(a)に示すように一直線上に照射スポットが並ぶようなホログラム71を用い、図12(b)に示すようにそれぞれの照射スポットが重なりあうように調整すると、基板31上で長手方向に均一なレーザ照射強度分布を持つビームを得ることができ、安定なレーザアニールを実行することができるようになる。

【0029】図13はホログラム71によって生成される複数のスポットの重なりぐあいを示す原理図で、均一な強度分布を得るためには、図13に示すように重なり合わせる照射スポットは、それぞれの照射スポットの半値幅よりも小さな間隔で配置されて互いに一部が重ね合わせられなければならない。隣り合う照射スポットの中心間の距離、即ち重ね合せ間隔は狭いほど同一点上に重ね合わされる照射スポットの数が増すので、強度分布均一性は高くなる。しかしながら、レーザ光の空間的可干渉距離よりも狭い間隔で重ね合わせると、干渉縞によってかえって均一性が悪くなる可能性があるので、重ね合せ間隔は狭ければよいというものではない。

【0030】ホログラム71としては、設計したパターン、即ち一直線上に並ぶ複数の照射スポットへ回折する光のエネルギーの割合である回折効率の高い位相ホログラムを用い、光利用効率を高めている。これによって、レーザ出力の数10%のエネルギーが実際のアニール加工に利用できるようになる。

【0031】次にホログラム71によるレーザ光の空間変調の方法について説明する。例えば、文献A. E. Siegman “LASERS” に示されるように、ABCD光線行列で表わされる光学系を通して伝播する光の回折像は次のように計算できる。

【0032】

【数1】

$$g(x_2) = \sqrt{\frac{i}{B\lambda}} e^{-ikL_0} \int u(x_1) e^{-i\frac{\pi}{B\lambda}[Ax_1^2 - 2x_1x_2 + Dx_2^2]} dx_1$$

この入力像 $u(x_1)$ に空間周波数 a で位相が変化する変調板を重ね合せると、回折像は次のようになる。

【0033】

【数2】

$$\begin{aligned} g'(x_2) &= \sqrt{\frac{i}{B\lambda}} e^{-ikL_0} \int u(x_1) e^{-i(2\pi ax_1 + \phi)} e^{-i\frac{\pi}{B\lambda}[Ax_1^2 - 2x_1x_2 + Dx_2^2]} dx_1 \\ &= \sqrt{\frac{i}{B\lambda}} e^{-ikL_0} \int u(x_1) e^{-i\phi} e^{-i\frac{\pi}{B\lambda}[Ax_1^2 - 2x_1x_2 + Dx_2^2 + 2B\lambda ax_1]} dx_1 \\ &= e^{iDB\lambda\pi a^2} \cdot e^{-i(2\pi Dax_2 + \phi)} \cdot \\ &\quad \sqrt{\frac{i}{B\lambda}} e^{-ikL_0} \int u(x_1) e^{-i\frac{\pi}{B\lambda}[Ax_1^2 - 2x_1(x_2 - B\lambda a) + D(x_2 - B\lambda a)^2]} dx_1 \\ &= e^{iDB\lambda\pi a^2} \cdot e^{-i(2\pi Dax_2 + \phi)} \cdot g(x_2 - B\lambda a) \end{aligned}$$

右辺の $g(x_2 - B\lambda a)$ は変調板を挿入していないときの回折像である $g(x_2)$ を $B\lambda a$ だけ移動させたものである。右辺のその他の項は位相だけを変化させる項である。入力像 $u(x_1)$ 空間周波数 a を持った変調板を重ね合せると $B\lambda a$ ずれた位置に像が現れ、空間周波数 a_1 と空間周波数 a_2 の成分が等しい強度で重なりあった変調板を重ね合わせると、 $B\lambda a_1$ 及び $B\lambda a_2$ ずれた位置に2つの像が現れる。これより、いくつかの空間周波数成分を重ね合わせてできた位相分布を持つ変調板としての位相ホログラムを光学系に挿入すると、それぞれの空間周波数に相当する位置にいくつかの像を作ることができる。像と像との距離を互いにインコヒーレントになる程度に離せば、像の位相は任意の値でも干渉しないので、図2に示したようにレンズ70による集光光学系にこのようなホログラム71を挿入することにより、基板31上に一直線上に並んだ複数の照射スポットを形成し、それらの照射スポットを互いに重なりあうように配置することにより、アニールに適した任意の照射強度分布を作り出すことができる。

【0034】ホログラム71の位相分布パターンは各照射スポット即ち転写パターンそれぞれの位置に相当する空間周波数を重ね合せて決定される。ホログラム71の位相分布パターンは計算機で計算することによって決定することもできる。ホログラム71は滑らかな位相分布

をいくつかの段階に量子化して製作することもできる。この実施例では、ホログラム71は様々な空間周波数を任意の初期位相で重ね合わせるものとしている。このようなホログラム71では、位相を量子化する場合でも、重ね合わせる初期位相をパラメータとして量子化誤差が最小になるように最適化でき、高回折効率、低ノイズのホログラム71をパターンニングできる。

【0035】図14はこの実施例による位相ホログラム形式のホログラム71のパターンニング方法を説明するための図であり、図14(a)は、複数のセルに分割されたホログラム71の一部における、位相を0度と180度の2段階に量子化して計算機によって算出された位相分布パターンを拡大して示しており、74は位相0度部、75は位相180度部である。また、図14(b)は、ホログラム71の位相分布パターン全体を示している。このように、ホログラム全体を多数のセルに分割し、それぞれのセルにおいて2段階に量子化して重ね合わせる初期位相をパラメータとして量子化誤差を最小になるように最適化して位相を決めていく方法でパターンニングしている。レーザ用のホログラムを製作する場合、使用できる材料が限られている。しかしながら、この実施例のように位相を量子化して計算機でパターンを決定すれば、限られた材料であっても実際の製作は比較的容易である。

【0036】図15はホログラム71の製作方法を説明するための図であり、711は位相シフト膜、712は位相シフト部、713は屈折率変化部、714は位相シフト膜711、位相シフト部712、又は屈折率変化部713が形成された合成石英等の基板である。図15(a)は基板714に位相シフト膜711をつけて位相分布を作る方法を示しており、このような位相ホログラムは位相シフト膜711の膜厚によって位相シフト量が決まるが膜厚の制御は比較的容易であるので、位相誤差は小さい。図15(b)は合成石英等の基板714をエッチングし、エッチング溝により位相シフト部712を形成し位相分布を作る方法を示しており、図6(a)に示したような耐光強度が比較的低い位相シフト膜と基板との間の界面がないので、ホログラムの耐光強度を向上させることができる。図15(c)は合成石英等の基板714に屈折率変化部713を作ることによって位相シフト部を形成し位相分布を作る方法を示しており、この方法でもやはり界面がなくなるので、ホログラムの耐光強度を向上させることができる。

【0037】以上示したように、この実施例によるレーザアニリング装置によれば、ホログラムを用いた光学系により、ビームホモジナイザ光学系の欠点を克服ことができ、アニリング加工対象物をアニールに適したレーザ照射強度分布でレーザ照射することができるので、安定で均一なレーザアニールを実行できる。

【0038】実施例2

図16はこの発明の他の実施例によるレーザアニリング方法を実現する装置によるアニリング加工対象物上での照射スポットを示す図である。この実施例によるレーザアニリング装置の構成は、基本的には図10に示した実施例1によるものと同一である。

【0039】上記実施例1によるホログラムによって、線状ビームの長手方向は均一な強度分布が得られるが、幅方向の強度分布は単一の照射スポットの強度分布がそのまま反映されるので、レーザアニールにおいて許容される強度を持つ領域は狭い範囲に限られる。このようなレーザビームでアニールを行う場合、薄膜トランジスタ形成部1列をこの許容範囲内に収めるためには、精度の高いアライメントを行うことが必要になることがある。そこで、この実施例によるホログラムは、図16(a)に示すように、平行な2本の直線上にそれぞれ複数の照射スポットを作るように構成されている。

【0040】次に動作について説明する。図16(a)に示すような照射スポットを生成するホログラムを用いて、図16(b)に示すようにそれぞれの照射スポットが長手方向に重なりあって線状のビームを形成するとともに、2本の線状ビームも互いに1つの照射スポットの強度分布の半値幅程度の重ね合わせ距離で重なり合うように調整する。これによって、図17(a)に示す実施例1等によって形成されるアニリング加工対象物上における

1つの線状ビームの幅方向の強度分布と比べると、図17(b)に示すように前記重ね合わせ距離で2本の線状ビームが重なり合い、幅方向についても均一強度分布を持つ範囲を広がっている。これにより、照射位置のアライメント精度を緩和することができ、安定なアニールが可能になる。さらに、多くの平行な線状ビームを重ねることにより幅方向の均一強度領域を広げることができ、さらに照射位置のアライメント精度を緩和できる。

【0041】実施例3

図18はこの発明の他の実施例によるレーザアニリング方法を実現する装置の構成を示すブロック図であり、図において、図10に示す参照符号と同一の符号は同一又は相当する構成要素を示している。この実施例によるレーザアニリング装置の構成は、基本的に図10に示した実施例1によるものと同一である。

【0042】実施例1ではホログラム71はレンズ70の後方に配置されていたのに対して、この実施例では、ホログラム71はレンズ70の前側の焦点位置に配置されている。

【0043】次に動作について説明する。図18に示したこの実施例によるホログラム71及びレンズ70の配置においては、ホログラム71で分割されたレーザビームそれぞれの主光線がレンズ70によって元の光軸と平行になる。このため、基板31に入射する全てのレーザビームの主光線を基板31に垂直に入射させることができる。基板31に対して光の入射角度が異なると、基板31の光反射率や光吸収率が変化してしまい、たとえ照射強度分布が均一であっても、基板31に吸収される光エネルギーが均一でなくなり、アニールが不均一になることがある。これに対して、図19に示すような配置をとることにより、基板31に入射するレーザビームの主光線がすべて同じ角度で入射するため、光入射角の影響がなくなり均一で安定なアニールが可能になる。

【0044】実施例4

図19はこの発明の他の実施例によるレーザアニリング方法を実現する装置の構成を示すブロック図であり、図において、図1に示す参照符号と同一の符号は同一又は相当する構成要素を示しており、80は少なくとも線状のビーム形状の長手方向と垂直方向にレーザビームのビーム幅を拡大するための凹面のシリンドリカルレンズである。図19(a)はこの実施例によるレーザアニリング装置の平面図を示しており、図19(b)はその側面図を示している。

【0045】上記実施例1から3においては、レーザ発振器から出射されたレーザ光は、そのまま線状のビーム形状に整形されていたため、レーザ発振器からのビーム発散角が大きい場合には、トランジスタ形成部の列間隔より小さい幅に集光できず、トランジスタ形成部の列間隔を小さくして高精細の液晶ディスプレイを製作することができないという問題点がある。

【0046】この実施例は、このような問題点を解消するためになされたもので、そのために凹面のシリンドリカルレンズ80を具備している。

【0047】次に動作について説明する。レーザ発振器21から出射されたレーザ光は、凹面のシリンドリカルレンズ80、凸レンズ70、ホログラム71と伝搬され線状ビームに整形されて、アニーリング加工対象物である基板31上のトランジスタ形成部に照射されるが、この途中でレーザ光は凹面のシリンドリカルレンズ80により線状ビームの長手方向と垂直方向に拡げられる。

【0048】一般に、焦点距離 f の凸レンズを用いて光を集光とした場合、最小の集光幅 ω_0 は $\omega_0 = f \cdot (\alpha \cdot \lambda / D)$ で表される。

【0049】ここで、 λ はレーザ光の波長、 D はレーザ光が凸レンズに入射するときのビームの幅、 α はレーザビームのプロファイルや発散角で決まる定数である。

【0050】従って、集光幅 ω_0 を小さくするには、凸レンズの焦点距離 f 、若しくはレーザ光の波長 λ を小さくする必要がある。又は、凸レンズに入射するときのレーザビームの幅 D を大きくする必要がある。

【0051】しかしながら、焦点距離 f を小さくすると、凸レンズの収差が大きくなり、むしろ集光幅が大きくなる。加えて、凸レンズ70と基板31との間隔が近づくことになるため、基板31からの飛散物が凸レンズ70に付着するなどの弊害がある。また、レーザ光の波長を小さくするとレンズ材料の選定が困難となり、レーザ発振器21の安定性が悪くなる。

【0052】凹面のシリンドリカルレンズ80に入射するビーム幅 d のレーザ光を凹面のシリンドリカルレンズ80によって、凸レンズ70に入射するときにはビーム幅を拡大して D とすることにより、ビーム発散角で決まる α を大きく、即ちビーム発散角を大きくできる。即ち、ビーム発散角の大きなレーザ発振器21でも集光幅を小さくできる。また、同一の α を持つレーザビームを用いる場合は、最小の集光幅 ω_0 を d/D に縮小することができ、この分だけ微細なトランジスタ形成部の列幅を小さくすることができる。

【0053】なお、この実施例では、凸レンズ70に入射するビーム幅を大きくするために、凹面のシリンドリカルレンズ80を使用したのが、重ね合わせピッチが十分小さい場合、線状ビームの長手方向と平行方向にビーム幅を拡大して集光幅が小さくなっても均一な線状ビームが得られるときは、凹面のシリンドリカルレンズの代わりに通常の凹面レンズを用いても良い。

【0054】実施例5

図20はこの発明の他の実施例によるレーザアニーリング方法を実現する装置の構成を示すブロック図であり、図において、図19に示す参照符号と同一の符号は同一又は相当する構成要素を示しており、81は反射ミラ

ー、82は少なくとも線状のビーム形状の長手方向と垂直方向にビーム幅を拡大するための凸面のシリンドリカルミラーである。図20(a)はこの実施例によるレーザアニーリング装置の平面図を示しており、図21(b)はその側面図を示している。この実施例では、上記実施例4の凹面のシリンドリカルレンズの代わりに凸面のシリンドリカルミラー82を用いる。

【0055】次に動作について説明する。上記したように、入射するレーザ光のビーム幅を大きくすることにより、ビーム発散角の大きなレーザ発振器21でも集光幅を小さくでき、且つ同一の発散角を持つレーザビームを用いる場合は、最小の集光幅を縮小することができ、この分だけ微細なトランジスタ形成部の列幅を小さくできる。レーザ発振器21から出射されたレーザ光は、反射ミラー81で反射された後、凸面のシリンドリカルミラー82、レンズ70、ホログラム71と伝搬され、線状ビームに整形されて、アニーリング加工対象物である基板31上のトランジスタ形成部に照射されるが、この途中でレーザ光は凸面のシリンドリカルミラー82により線状ビームの長手方向と垂直方向に拡げられる。これにより、実施例12と同様に、凹面のシリンドリカルミラー82に入射するビーム幅 d のレーザ光を凹面のシリンドリカルミラー82によって、凸レンズ70に入射するときにはビーム幅を拡大して D とすることにより、ビーム発散角で決まる α を大きく、即ちビーム発散角を大きくできる。即ち、ビーム発散角の大きなレーザ発振器21でも集光幅を小さくできる。また、同一の α を持つレーザビームを用いる場合は、最小の集光幅 ω_0 を d/D に縮小することができ、この分だけ微細なトランジスタ形成部の列幅を小さくすることができる。

【0056】実施例6

図21はこの発明の他の実施例によるレーザアニーリング方法を実現する装置の構成を示すブロック図であり、図において、図19に示す参照符号と同一の符号は同一又は相当する構成要素を示しており、83は少なくとも線状のビーム形状の長手方向と垂直方向にビーム幅を拡大するための凹面のシリンドリカルレンズ及び凸面のシリンドリカルミラーから成るビームエキスパンダーである。図21(a)はこの実施例によるレーザアニーリング装置の平面図を示しており、図21(b)はその側面図を示している。この実施例では、実施例4の凹面のシリンドリカルレンズの代わりに線状のビーム形状の長手方向と垂直方向にビーム幅を拡大するための凹面のシリンドリカルレンズ及び凸面のシリンドリカルミラーから成るビームエキスパンダー83を用いる。

【0057】次に動作について説明する。レーザ発振器21から出射されたレーザ光は、ビームエキスパンダー83、レンズ70、ホログラム71と伝搬され、線状ビームに整形されて、アニーリング加工対象物である基板

31上のトランジスタ形成部に照射されるが、この途中でレーザ光はビームエキスパンダー83により線状ビームの長手方向と垂直方向に拡げられ、実施例21と同様に、ビームエキスパンダー83に入射するビーム幅dのレーザ光をビームエキスパンダー83によって、凸レンズ70に入射するときにはビーム幅を拡大してDとすることにより、ビーム発散角で決まる α を大きく、即ちビーム発散角を大きくできる。即ち、ビーム発散角の大きなレーザ発振器21でも集光幅を小さくできる。また、同一の α を持つレーザビームを用いる場合は、最小の集光幅 ω を d/D に縮小することができ、この分だけ微細なトランジスタ形成部の列幅を小さくすることができる。また、この実施例では、レーザ光がレンズ70に入射する際、ビーム幅の広い平行ビームとなっているので、実施例4の凹面のシリンドリカルレンズを用いた場合のように、凹面のシリンドリカルレンズ80とレンズ70との距離により入射ビーム幅が変化することなく、安定した集光幅でトランジスタ形成部に照射することができる。

【0058】実施例7

図22はこの発明の他の実施例によるレーザアニーリング方法を実現する装置の構成を示すブロック図であり、図において、図19に示す参照符号と同一の符号は同一又は相当する構成要素を示しており、84は少なくとも線状のビーム形状の長手方向と垂直方向に不安定型共振器を組むためのミラー対である。図22(a)はこの実施例によるレーザアニーリング装置の平面図を示しており、図22(b)はその側面図を示している。

【0059】上記した実施例1等においては、レーザ発振器からのビーム発散角が大きい場合には、レーザ発振器から出射されたレーザ光を線状のビーム形状に整形してもトランジスタ形成部の列間隔より小さい幅に集光できず、またトランジスタ形成部の列間隔を小さくして高精細の液晶ディスプレイを製作することができないという問題点がある。この実施例によるレーザアニーリング装置は、かかる問題点を解消するために線状のビーム形状の長手方向と垂直方向のビーム発散角を低減する不安定型共振器84を備えている。

【0060】次に動作について説明する。不安定型共振器84を具備したレーザ発振器21から出射されたレーザ光は、レンズ70、ホログラム71と伝搬され、線状ビームに整形されて、アニーリング加工対象物である基板31上のトランジスタ形成部に照射される。

【0061】既に述べたように、一般に、焦点距離fの凸レンズを用いて光を集光とした場合、最小の集光幅 ω は $\omega = f \cdot (\alpha \cdot \lambda / D)$ で表される。

【0062】ここで、 λ はレーザ光の波長、Dはレーザ光が凸レンズに入射するときのビームの幅、 α はレーザビームのプロファイルや発散角で決まる定数である。

【0063】集光幅 ω を小さくするには、凸レンズの

焦点距離f、レーザ光の波長 λ を小さくするか、若しくは凸レンズに入射するときのレーザビームの幅Dを小さくするか、又は、焦点距離f、レーザ光の波長 λ 、凸レンズに入射するときのレーザビームの幅Dが変わらないとすれば、ビーム発散角を小さくする必要がある。

【0064】実施例1等によるレーザアニーリング装置では、線状ビームの集光幅をできるだけ小さくするため、通常のレーザ発振器では発散角が小さいとされる、電極方向と垂直な方向のビームを線状ビームの幅方向となるように構成することが多い。しかしながら、安定型共振器を用いた場合にはこの方向の発散角の小ささにも限界があるため、集光幅を十分小さくできない。

【0065】この実施例によるレーザアニーリング装置は、電極方向と垂直な方向においてレーザビームのビーム発散角を抑えるような不安定型共振器84を備え、且つ線状のビーム形状の長手方向と垂直方向を電極方向と垂直方向となるようにしている。これによって、不安定型共振器84から出射されるビームの発散角は、安定型共振器から出射されるビームの発散角に比べ十分小さいため、集光幅がその分小さくなり、微細なトランジスタ形成部の列幅を小さくできる。

【0066】実施例8

図23はこの発明の他の実施例によるレーザアニーリング方法を実現する装置の構成を示すブロック図であり、図において、図19に示す参照符号と同一の符号は同一又は相当する構成要素を示しており、85はレーザ光軸に対して軸対称に不安定型共振器を組むためのミラー対である。図23(a)は、この実施例によるレーザアニーリング装置の平面図を示しており、図23(b)はその側面図を示している。

【0067】上記実施例7では、電極方向と垂直な方向のレーザビームのビーム発散角を減少させるために不安定型共振器を構成したが、この実施例によるレーザアニーリング装置は、軸対称な不安定型共振器85を具備している。

【0068】次に動作について説明する。軸対称な不安定型共振器85が組み込まれたレーザ発振器21から出射されたレーザ光は、レンズ70、ホログラム71と伝搬された、線状ビームに整形されて、アニーリング加工対象物である基板31上のトランジスタ形成部に照射される。重ね合わせピッチが十分小さい場合は、線状ビームの長手方向と平行方向に対するビーム発散角を小さくしても均一な線状ビームが得られるときは、このような両者の方向に不安定型共振器となる軸対称の不安定型共振器85を用いることにより、微細なトランジスタ形成部の列幅を小さくできる。

【0069】実施例9

図24は上記実施例と異なり、ホログラム71の基板1側に縦型および横型の一对のシリンドリカルレンズ70からなるレンズ系をおいたもので、ホログラム71を通

過して整形されたレーザービームの基板1上におけるビーム結像の縦及び横幅を一对のシリンドリカルレンズ70の調整するようにしたものである。ここではホログラム71に入射するレーザービームを長手方向84mmで400～800山に回折分散させ、均一強度が得られるようにするとともに幅50 μ mの細線ビームを基板1上に結像できるようにしている。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の1実施形態の多段階強度同時アニール方法の概要図である。

【図2】 この発明の第2の実施形態の斜めビームとスポットビーム照射によるアニール方法の概要図である。

【図3】 この発明の第3の実施形態のL字型ビーム照射によるアニール方法の概要図である。

【図4】 この発明の第4の実施形態の斜めスキャンアニール方法の概要図である。

【図5】 従来のエキシマレーザーアニール装置の概要図である。

【図6】 TFT特性のエネルギー密度依存性を示すグラフである。

【図7】 TFT特性のショット数依存性を示すグラフである。

【図8】 この発明方法でアニールされる液晶パネルの斜視図と部分拡大概要図である。

【図9】 この発明で使用されるフーリエ変換型位相ホログラムの機能を示す概念図である。

【図10】 この発明の実施形態におけるレーザーアニリング方法を実現するレーザーアニリング装置の第1の構成を示すブロック図である。

【図11】 図10に示したレーザーアニリング装置におけるビーム整形光学系の構成を示すブロック図である。

【図12】 図10に示したレーザーアニリング装置のビーム整形光学系により生成される複数の照射スポットを示す図である。

【図13】 図10に示したレーザーアニリング装置のビーム整形光学系により生成される複数の照射スポットの強度分布を示す図である。

【図14】 図10に示したレーザーアニリング装置のビーム整形光学系に使用される位相ホログラムのパター

ニングを示す図である。

【図15】 図10に示したレーザーアニリング装置のビーム整形光学系に使用される位相ホログラムの製作方法を示す図である。

【図16】 この発明の実施形態によるレーザーアニリング方法を実現するレーザーアニリング装置に使用されるビーム整形光学系により生成される複数の照射スポットを示す図である。

【図17】 図16に示したレーザーアニリング装置のビーム整形光学系により生成される線状ビームの幅方向の複数の照射スポットの強度分布を示す図である。

【図18】 この発明の実施形態によるレーザーアニリング方法を実現するレーザーアニリング装置に使用されるビーム整形光学系の第2の構成を示す構成図である。

【図19】 この発明の実施形態によるレーザーアニリング方法を実現するレーザーアニリング装置の第3の構成を示す平面図及び側面図である。

【図20】 この発明の実施形態によるレーザーアニリング方法を実現するレーザーアニリング装置の第4の構成を示す平面図及び側面図である。

【図21】 この発明の実施形態によるレーザーアニリング方法を実現するレーザーアニリング装置の第5の構成を示す平面図及び側面図である。

【図22】 この発明の実施形態によるレーザーアニリング方法を実現するレーザーアニリング装置の第6の構成を示す平面図及び側面図である。

【図23】 この発明の実施形態によるレーザーアニリング方法を実現するレーザーアニリング装置の第7の構成を示す平面図及び側面図である。

【図24】 この発明の実施形態によるレーザーアニリング方法を実現するレーザーアニリング装置の第8の構成を示す斜視図である。

【符号の説明】

21 レーザ発振器

70 レンズ

31 基板(又はアニリング加工対象物)

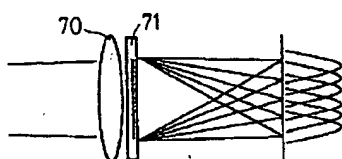
31a アモルファスシリコン膜

31b 基板

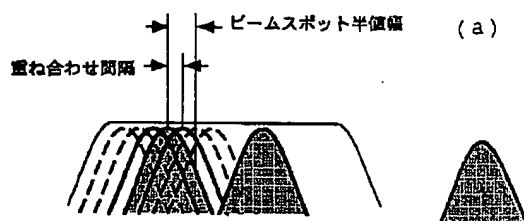
71 ホログラム(フーリエ変換型位相ホログラム)

84, 85 不安定型共振器

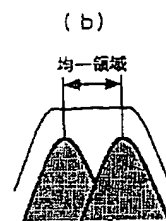
【図11】



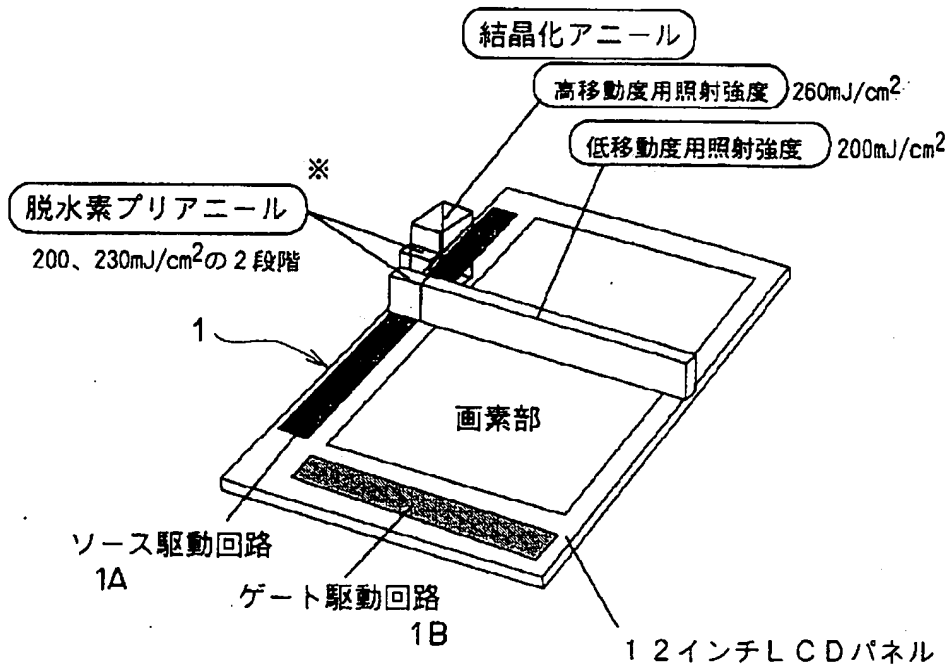
【図13】



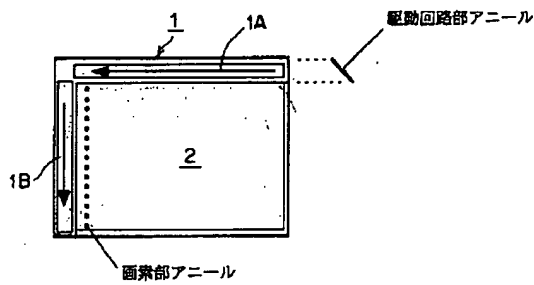
【図17】



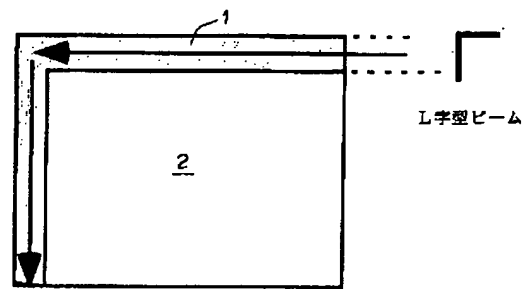
【図1】



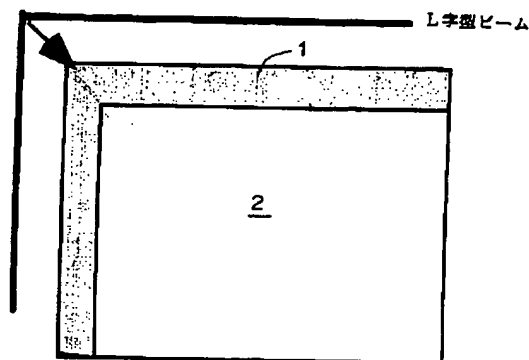
【図2】



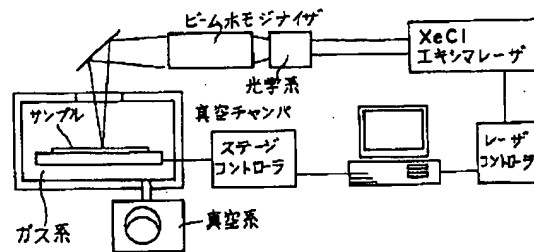
【図3】



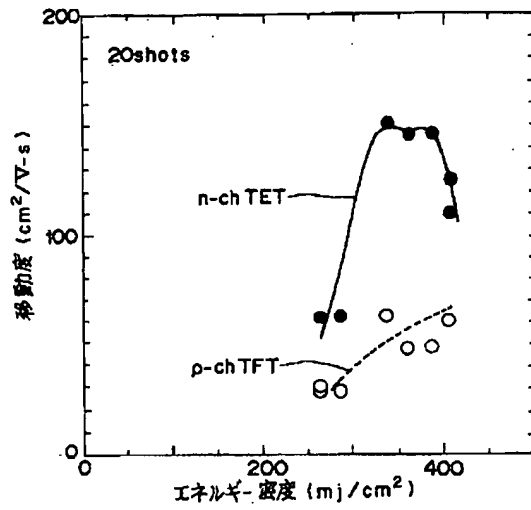
【図4】



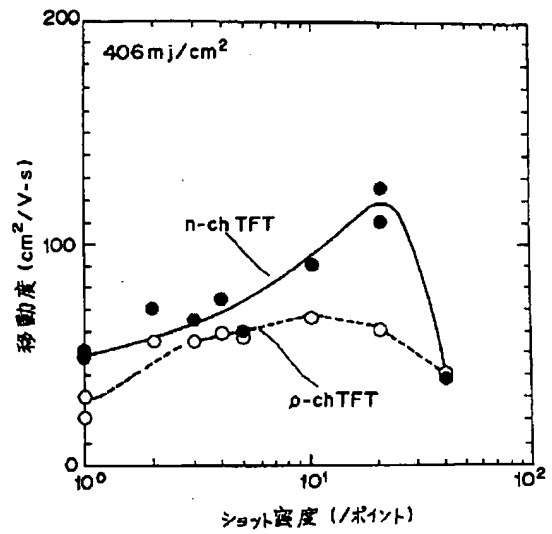
【図5】



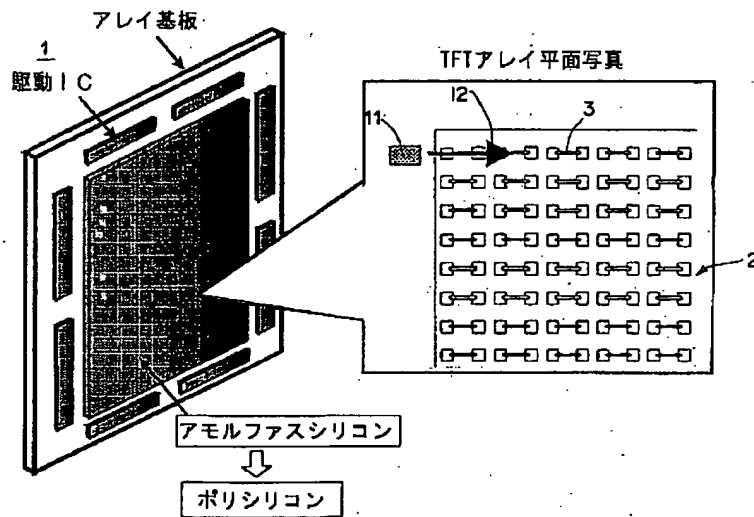
【図6】



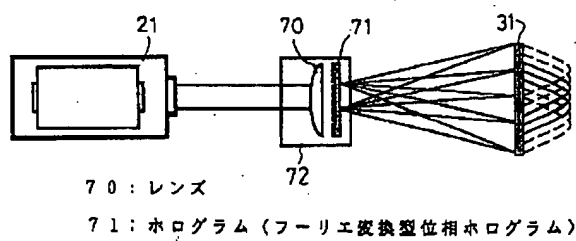
【図7】



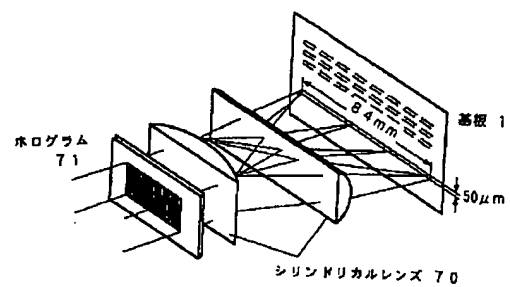
【図8】



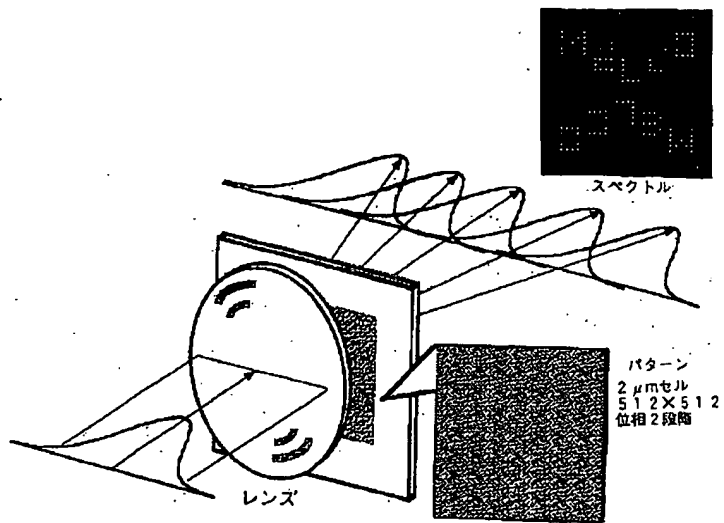
【図10】



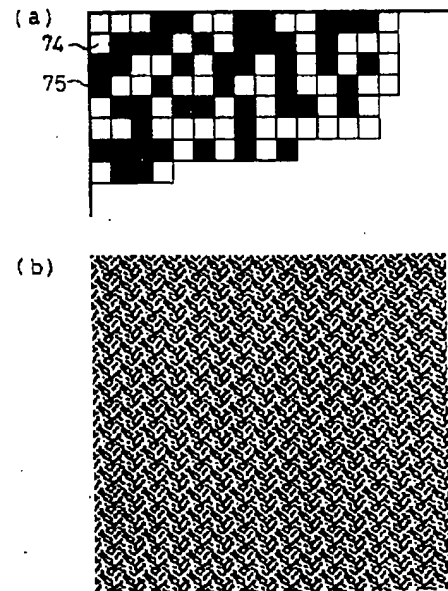
【図24】



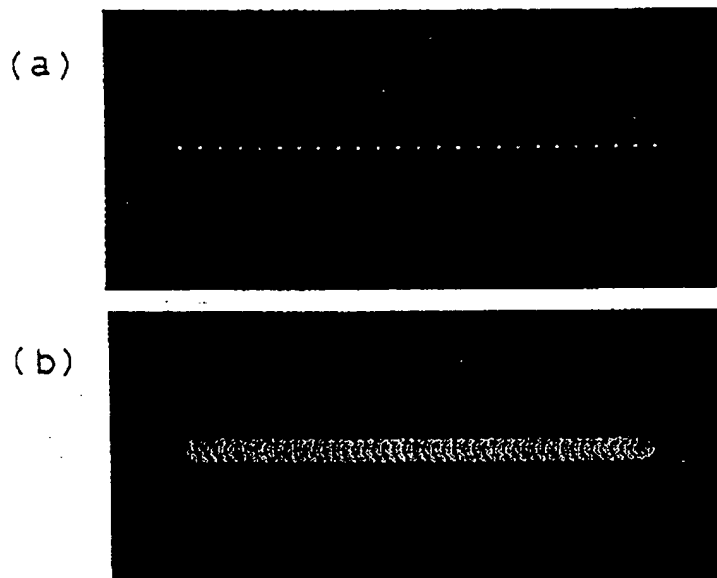
【図9】



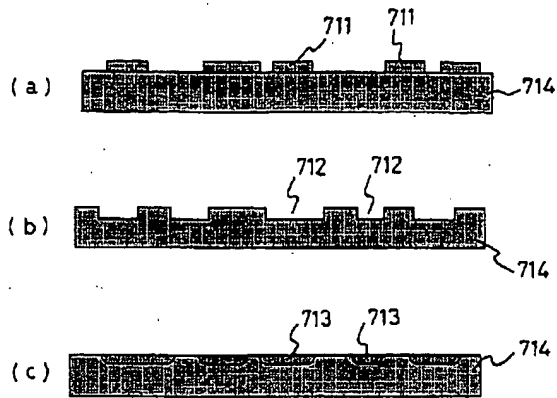
【図14】



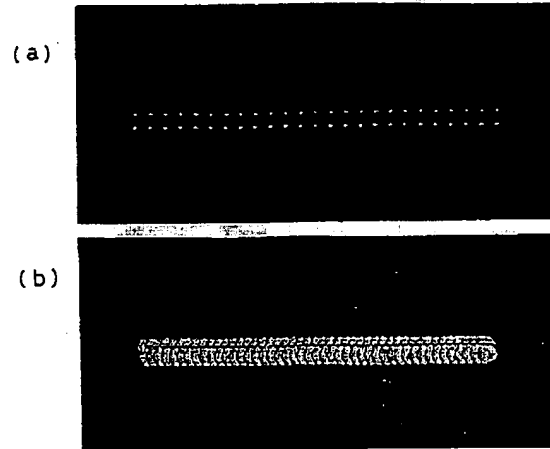
【図12】



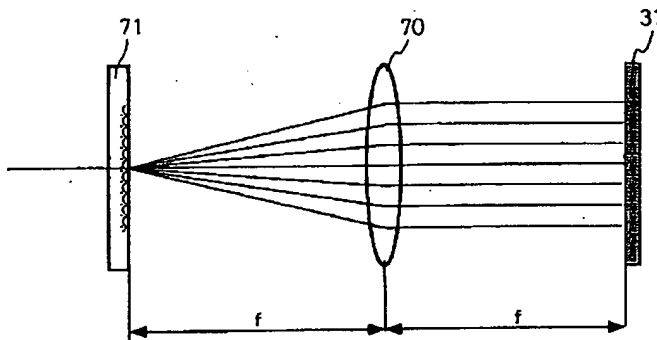
【図15】



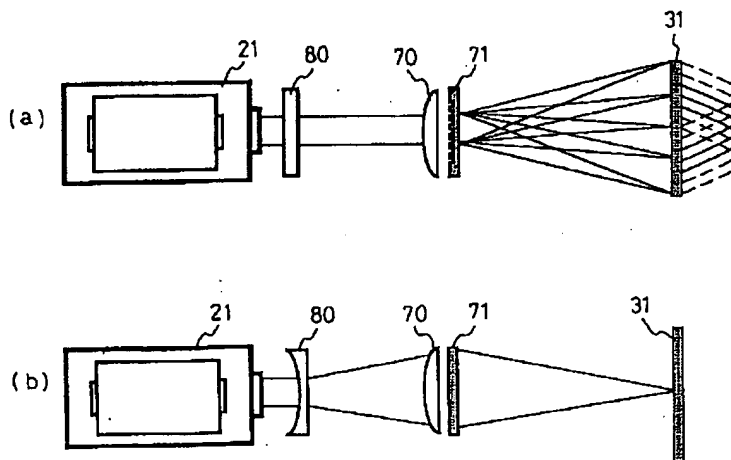
【図16】



【図18】

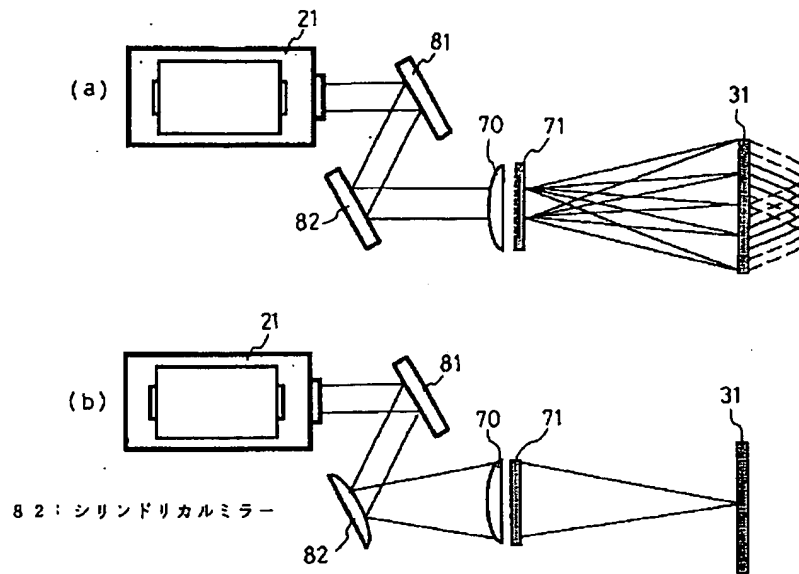


【図19】

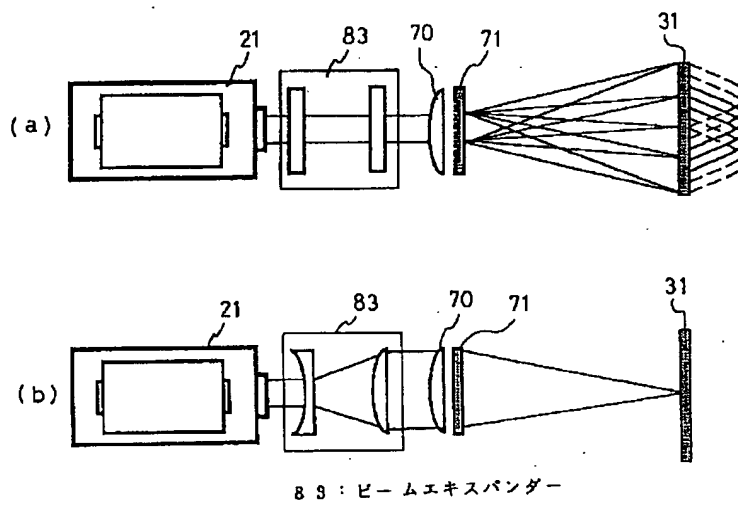


80: シリンドリカルレンズ

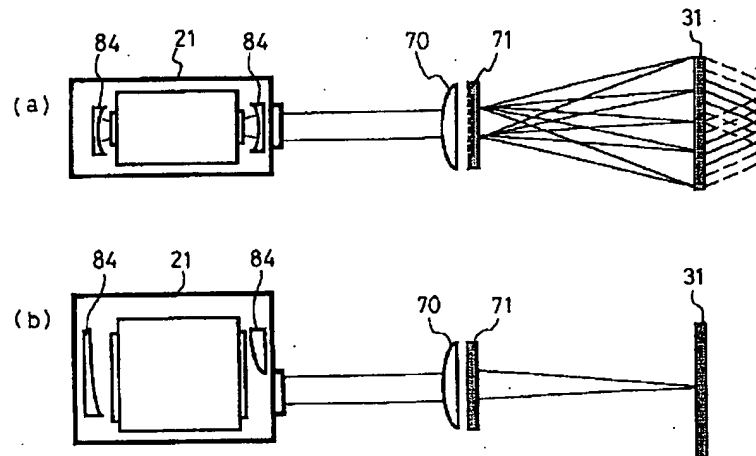
【図20】



【図21】

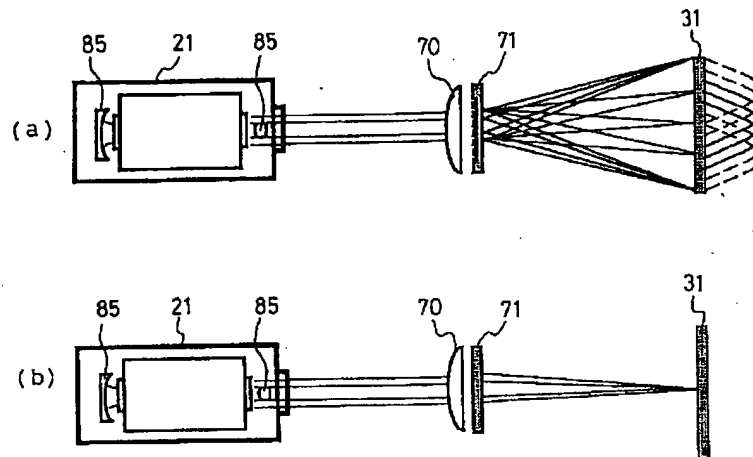


【図22】



84 : 不安定共振器

【図23】



85 : 不安定共振器

フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁶
H01L 21/336

識別記号 庁内整理番号

FI
H01L 29/78

技術表示箇所

627G

(72)発明者 時岡 秀忠
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内(72)発明者 吉野 太郎
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内(72)発明者 江口 泰
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内